



KIINTEISTÖN RAKENTEIDEN TUTKINTA, LÄMPÖKUVAUS JA KORJAUSRAKENTAMINEN

Atte Iivonen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

IIVONEN, ATTE:

Kiinteistön rakenteiden tutkinta, lämpökuvaus ja korjausrakentaminen

Opinnäytetyö 118 sivua, joista liitteitä 79 sivua
Toukokuu 2015

Tämän opinnäytteen tarkoitus oli tutkia ja laskea viiden eri kiinteistön rakenteiden U-arvoja käyttäen laskennoissa Suomen rakentamismääräyskokoelman C4 2003 ohjeita. Laskennoissa keskityttiin seiniin sekä ylä- ja alapohjiin. Tämän lisäksi kiinteistöissä suoritettiin lämpökamerakuvauksia, joilla pyrittiin tutkimaan rakennusten tiiviyyttä. Tutkimusta suoritettiin rikkomatta rakenteita, joten U-arvojen laskentaa ja lämpökamerakuvauksissa tarvittavien ennakkotietojen tutkimista varten rakenteiden tietoja etsittiin arkistoista vanhoista piirustuksista ja rakennustapaselostuksista. Lisätietojen saamiseksi kohteissa suoritettiin myös silmämääräistä tutkintaa.

Tutkittavien rakennusten valmistumisvuodet ja pääasialliset rakennusmateriaalit olivat seuraavat:

- Hirsilän koulu, 1937, tiili
- Holman koulu, 1938, hirsi
- Karpinlahden koulu, 1958, tiili
- Kiikanmäen vuokratalo, 1978, puu/tiili
- Tekninen varikko, 1991, puu.

Kohteiden tarkemmat tutkimustulokset, U-arvot ja lämpökuvausraportit esitetään opinnäytetyössä.

Ongelmaksi opinnäytetyötä tehtäessä koitui useassa tapauksessa piirustusten epätarkkuus tai niiden puuttuminen kokonaan sekä vanhoissa rakennustapaselostuksissa käytetty vanhoillinen kieliasu. Näin ollen tulee huomioida, että työssä esitetyt rakenteiden koostumukset sekä laskentatulokset, varsinkin kolmen vanhimman kohteen osalta, ovat osittain epäselviä ja oletettuja.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction engineering
Building production

IIVONEN, ATTE:

Investigation of the Property Structures, Thermal Imaging and Reconstruction.

Bachelor's thesis 118 pages, appendices 79 pages
May 2015

The purpose of this thesis was to collect information about structures from a five different property. Then calculate a U-value for these structures, using C4 2003 instructions. The other reason for this thesis was to execute a thermal imaging and investigate the heat losses in these properties. Investigation was supposed to do without breaking the structures, so the most information was collected from the archives, old blueprints and from instructions of method of construction.

Most difficulties in these investigations were founded in blueprints, they were old and not so accurate and in some cases they were missing. The other problem was with the oldish type language in the instructions of method of construction.

Examination results of the properties can be found later in this thesis.

Key words: reconstruction, thermal imaging, u-value.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KORJAUSRAKENTAMINEN	7
2.1.	Yleistä korjausrakentamisesta.....	7
2.2.	Kuntoarvio ja-tutkimus	7
2.3.	Korjausrakentamisen vaikutus energiatehokkuuteen.....	8
2.3.1	Energiatehokkuusmääraysten rakennusosakohtaiset vaatimukset	9
2.3.2	Lainsäädäntö	10
2.3.3	Ikkunoiden ja ovien korjauksen ja vaihdon vaikutus energiatehokkuuteen.....	14
2.3.4	Seinien lisäeristäminen.....	16
2.3.5	Ylä- ja alapohjan lisäeristäminen	18
2.4.	U-arvo	20
2.5.	Lämpökamerakuvaus	21
2.5.1	Lämpökuvauksen perusteet.....	21
2.5.2	Lämpökuvauksen suorittaminen	22
3	TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN	24
3.1.	Tietojen etsintä.....	24
3.2.	U-arvojen laskenta	24
3.3.	Lämpökamerakuvaus	24
4	KOHDETIEDOT JA TUTKIMUSTULOKSET	27
4.1.	Hirsilän koulu	27
4.1.1	Kiinteistön nykyinen energiankulutus.....	27
4.1.2	U-arvot rakenteittain	28
4.1.3	Lämpökamera kuvaus	28
4.2.	Holman koulu	29
4.2.1	Kiinteistön nykyinen energiankulutus.....	29
4.2.2	U-arvot rakenteittain	30
4.2.3	Lämpökamerakuvaus	30
4.3.	Karpinlahden koulu.....	31
4.3.1	Kiinteistön nykyinen energiankulutus.....	31
4.3.2	U-arvot rakenteittain	32
4.3.3	Lämpökamerakuvaus	32
4.4.	Kiikanmäen vuokratalo	33
4.4.1	Kiinteistön nykyinen energiankulutus.....	34
4.4.2	U-arvot rakenteittain	34
4.4.3	Lämpökamerakuvaus	35

4.5. Tekninen varikko	36
4.5.1 Kiinteistön nykyinen energiankulutus.....	36
4.5.2 U-arvot rakenteittain	37
4.5.3 Lämpökamerakuvaus	37
5 POHDINTA.....	38
LÄHTEET.....	39
LIITTEET	40
Liite 1. Ympäristöministeriön asetuksen laskentaliite Liite 1: 1(5).....	40
Liite 2. Lämpökuvausraportti Hirsilän koulu Liite 2: 1(14)	45
Liite 3. Lämpökuvausraportti Holman koulu Liite 3: 1(17)	59
Liite 4. Lämpökuvausraportti Karpinlahden koulu Liite 4: 1(17)	76
Liite 5. Lämpökuvausraportti Tekninen varikko Liite 5: 1(6).....	93
Liite 6. Lämpökuvausraportti Kiikanmäen vuokratalo Liite 6: 1(20)	99

1 JOHDANTO

Oriveden kaupunki alkoi tutkia vaihtoehtoisten lämmitystapojen vaihtamista vanhoihin, öljylämmitteisiin kiinteistöihin, joita kaupungin omistuksessa on vielä viisi kappaletta.

Tämän tutkimuksen lisäksi tarkasteltiin näissä kiinteistöissä sijaitsevien rakennusten mahdollisia epäkohtia, kuten lämpövuotoja ja huonoa eristämistä. Tämä opinnäytetyö tutkii juuri näitä tekijöitä.

Työssä tutkittiin ja selvitettiin rakenteiden U-arvoja vanhojen asiakirjojen ja piirustusten pohjalta, keskittyen seiniin, yläpohjiin ja alapohjiin. Työssä suoritettiin myös lämpökuvauksia, joilla tutkittiin rakenteiden tiiveyttä.

Työ on tarkoitettu auttavaksi raportiksi Oriveden kaupungille tulevien korjausten suunnittelussa.

2 KORJAUSRAKENTAMINEN

2.1. Yleistä korjausrakentamisesta

Korjausrakentamisella tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla pyritään pääasiassa ylläpitämään rakennuksen kuntoa tai pyrkimystä muuttamaan vanhan rakennuksen tiloja vastaamaan paremmin toivottuja tarpeita ja uusia käyttötarkoituksia.

Korjausrakentaminen voidaan jakaa kolmeen osaan: peruskorjaus (rakennuksen kunnossapito), perusparannus tai restaurointi. Peruskorjauksella tarkoitetaan rakennuksen kunnossapitoa eli vikojen ja kulumien poistoa. Peruskorjaus tulisikin suorittaa ennen kuin rakenteiden tekninen käyttöikä loppuu. Perusparannuksella tarkoitetaan rakennuksen laatutason muuttamista olennaisesti entistä paremmaksi keinoina esimerkiksi lisäeristäminen, ikkunoiden vaihto yms. Restauroinnilla tarkoitetaan rakennuksen entisöintiä eli rakennuksen kulttuurihistoriallisen arvon säilyttävää korjaamista. (Lauttalammi, Lehtonen & Laine 2005, 6; Museovirasto 2014).

2.2. Kuntoarvio ja-tutkimus

Kuntoarvio on pääasiassa aistinvaraisesti ja rakenteita rikkomatta suoritettua rakennuksen tai rakenteen tutkintaa ja mittaamista. Sen pohjana toimii usein rakennuksen käyttökokemus sekä olemassa olevat asiakirjat. Piileviä vikoja ei kuntoarviossa voida havaita, joten näiden vikojen tutkimiseen suoritetaan kuntotutkimus. (RT 18-11061 Kiinteistön kuntoarvio. Kuntoluokan määrytyminen 2012, 1)

Kuten edellä mainitussa kappaleessa mainittiin, rakennuksessa esiintyvien piilevien vikojen tutkimiseen kuntoarvio ei riitä, joten jos halutaan selvittää mahdollisia rakenteen sisällä tapahtuneita vikoja ja vaurioita, on silloin suositeltavaa tehdä kuntotutkimus. Kuntotutkimuksia on monenlaisia mm.

- sisäilmaston kuntotutkimus
- kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus
- julkisivun kuntotutkimus
- rapattujen julkisivujen kuntotutkimus
- vesi- ja viemärilaitteistojen kuntotutkimus

- IV-kuntotutkimus
- sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien kuntotutkimus
- yhteisantennijärjestelmien kuntotutkimus
- öljysäiliön kuntotutkimus.

Muita lisäselvityksiä ovat mm.

- haitta-ainekartoitus
- sisäilman laatuun liittyvät mittaukset.

(Kiinteistön kuntoarvio 2014, 7)

2.3. Korjausrakentamisen vaikutus energiatehokkuuteen

1.6.2013 Astui voimaan korjausrakentamista koskevat energiatehokkuuden minimivaatimukset, joilla pyritään luomaan maahamme yhteiset pelisäännöt korjausrakentamisen energiatehokkuudelle (Pylsy 2014, 10). Suomessa energiatehokkuusvaatimuksilla tavoitellaan noin 25 % säästöä rakennusten energiankulutuksessa ja 45 % säästöä hiilidioksidipäästöissä vuoteen 2050 mennessä. Tavoitteena vuoteen 2020 mennessä olisi pienentää rakennuskannan energiankulutusta noin kuudella prosentilla. (Pylsy 2014, 11).

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan luvanvaraisissa korjaus- ja muutostöissä tulee rakennuksen energiatehokkuutta parantaa mikäli se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti mahdollista. Näin on toimittava myös rakennuksen käyttötarkoitusta muutettaessa. Luvanvaraiset hankkeet ovat kaikki toimenpide- ja rakennusluvan alaiset toimenpiteet. (Pylsy 2014, 14).

Toimenpidelupa tarvitaan rakennusosan tai teknisen järjestelmän vaihtamiseen taikka korjaamiseen. Näitä ovat esimerkiksi:

- ikkunoiden ja ovien vaihtaminen
- julkisivun kevyt korjaus
- julkisivun muuttaminen
- kattomuodon, katteen tai sen väriyksen muuttaminen
- maalämpöjärjestelmään liittyvän lämpökaivon poraaminen tai lämmönkeruuputkiston asentaminen.

Rakennuslupa tarvitaan toimenpiteisiin, jotka vaikuttavat olennaisesti terveellisyyteen ja turvallisuuteen tai edellyttävät erityissuunnitelmia. Näitä ovat esimerkiksi:

- julkisivun raskas korjaus
- linjasaneeraus
- ilmanvaihtojärjestelmän vaihtaminen ja/tai laajentaminen
- rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen olennainen muuttaminen.

(Pylsy 2014, 16).

Energiatehokkuuden parantamiseksi on kolme vaihtoehtoa, jotka on esitetty energiatehokkuusmääräyksissä seuraavasti:

- 1) rakennus täyttää peruskorjattavien, uudistettavien ja uusien rakennusosien osalta 4 §:ssä säädetty rakennusosakohtaiset vaatimukset.
- 2) rakennuksen energiankulutus on enintään 6 §:ssä säädettyjen vaatimusten mukainen.
- 3) rakennuksen kokonaisenergiankulutus on enintään 7 §:ssä säädettyjen vaatimusten mukainen.

(Ympäristöministeriön asetus, 4§ 2013).

Tässä opinnäytetyössä keskitytään kohdan 1) rakennusosakohtaisiin vaatimuksiin.

2.3.1 Energiatehokkuusmääräysten rakennusosakohtaiset vaatimukset

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennusosakohtaisesti, on noudatettava seuraavia vaatimuksia:

- 1) Ulkoseinä: Alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin enintään $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ tai parempi.
- 2) Yläpohja: Alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin enintään $0.09 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ tai parempi.
- 3) Alapohja: Energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan.
- 4) Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava $1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ tai parempi. Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa on lämmönpitävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan.

(Ympäristöministeriön asetus, 4§ 2013).

2.3.2 Lainsäädäntö

Korjausrakentamisen energiatehokkuusmääräykset perustuvat maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) pykäliin 117g, 117h, 125, 126 ja 126b.

117 g § (21.12.2012/958)

Energiatehokkuus

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan energiatehokkaaksi siten, että energiaa ja luonnonvaroja kuluu säästeliäästi. Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten täyttyminen on osoitettava energiankäyttöön, energiahäviöön ja energiamuotoon perustuvilla laskelmilla. Rakennuksessa käytettävän energiamuodon kertoimia määritettäessä arvioidaan jalostamattoman luonnonenergian kulutusta, uusiutuvan energian käytön edistämistä sekä lämmitystapaa energiantuotannon yleisen tehokkuuden kannalta. Rakennuksessa käytettävien tuotteiden ja taloteknisten järjestelmien sekä niiden säätö- ja mittausjärjestelmien on oltava sellaisia, että energiankulutus ja tehontarve rakennusta ja sen järjestelmiä käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettäessä jää vähäiseksi ja että energiankulutusta voidaan seurata.

Energiatehokkuutta on parannettava rakennuksen tämän lain mukaan rakennus- tai toimenpideluvanvaraisen korjaus- ja muutostyön tai rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä, jos se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. Tämä velvollisuus ei koske rakennusten energiatehokkuudesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/31/EU 4 artiklan 2 kohdassa tarkoitettuja rakennusluokkia eikä rakennuksia, joiden käyttö tarkoitukseensa vaikeutuisi kohtuuttomasti, jos energiatehokkuutta olisi parannettava.

Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä:

- 1) rakennuksen, rakennusosien ja teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vähimmäisvaatimuksista sekä näiden laskentatavasta rakennuksessa;
- 2) energialaskennan lähtötiedoista;
- 3) määräystenmukaisuuden osoittamisesta;
- 4) selvityksistä;
- 5) rakennuksen lämmitysjärjestelmistä ja muista taloteknisistä järjestelmistä;
- 6) energiatehokkuuden parantamisesta ja energian kulutuksen mittaamisesta;

- 7) vaatimusten soveltamisalan rajauksesta rakennusluokkia ja rakennuksia koskien;
 - 8) rakennuksen käyttötarkoituksen perusteella tapahtuvasta energiatehokkuuden vaatimustasojen asettamisesta;
 - 9) rakennustuotteista;
 - 10) soveltamisalan rajauksesta ja vaatimustason asettamisesta rakennusten käyttötarkoituksen perusteella.
- Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä energiamuotojen kertoimien lukuarvoista.

117 h § (21.12.2012/958)

Lämmitysjärjestelmän arviointi

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on arvioitava lämmitysjärjestelmää koskeva tekninen, ympäristöön liittyvä ja taloudellinen toteutettavuus, jos uuden tai uusittavan rakennuksen lämmitysjärjestelmäksi ei valita uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käyttöön perustuvaa hajautettua energiahuoltojärjestelmää, yhteistuotantoon perustuvaa lämmitysjärjestelmää, kauko- tai aluelämmitys- tai -jäähdytysjärjestelmää taikka lämpöpumppua vaikka sellainen on saatavilla ja kustannustehokkaasti toteutettavissa. Arviointi on liitettävä rakennusta koskeviin suunnitelmiin.

125 §

Rakennuslupa

Rakennuksen rakentamiseen on oltava rakennuslupa.

Rakennuslupa tarvitaan myös sellaiseen korjaus- ja muutostyöhön, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen, sekä rakennuksen laajentamiseen tai sen kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen.

Muuta kuin edellä säädettyä rakennuksen korjaus- ja muutostyötä varten tarvitaan rakennuslupa, jos työllä ilmeisesti voi olla vaikutusta rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin.

Rakennuslupa tarvitaan myös sellaiseen rakennuksen vaippaan tai tekniisiin järjestelmiin kohdistuvaan korjaus- ja muutostyöhön, jolla voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuuteen. Rakennuslupaa ei kuitenkaan tarvita, jos kyseessä on rakennus, jonka energiatehokkuutta ei tarvitse 117 g §:n 2 momentin nojalla parantaa. (21.12.2012/958)

Rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen olennaista muuttamista varten tarvitaan rakennuslupa. Luvanvaraisuutta harkittaessa otetaan huomioon käyttötarkoituksen muutoksen vaikutus kaavan toteuttamiseen ja muuhun maankäyttöön sekä rakennukselta vaadittaviin ominaisuuksiin. Lupaa edellyttävänä käyttötarkoituksen muutoksena pidetään muun ohella loma-asunnon käytön muuttamista pysyvään asumiseen. Vähittäiskaupan suuryksikön toteuttamisella on katsottava olevan edellä tarkoitettua vaikutusta maankäyttöön, jollei aluetta ole asemakaavassa erityisesti osoitettu tähän tarkoitukseen.

Määräajan paikallaan pysytettävää rakennusta varten rakennuslupa voidaan asettaa määräaika.

126 §

Toimenpidelupa

Rakennusluvan sijasta rakentamiseen voidaan hakea toimenpidelupa sellaisten rakennelmien ja laitosten, kuten maston, säiliön ja piipun pystyttämiseen, joiden osalta lupa-asian ratkaiseminen ei kaikilta osin edellytä rakentamisessa muutoin tarvittavaa ohjausta.

Toimenpidelupa tarvitaan lisäksi sellaisen rakennelman tai laitoksen pystyttämiseen ja sijoittamiseen, jota ei pidetä rakennuksena, jos toimenpiteellä on vaikutusta luonnonoloihin, ympäröivän alueen maankäyttöön taikka kaupunki- tai maisemakuvaan. Toimenpidelupa tarvitaan myös muuhun kuin rakennuslupaa vaativaan rakennuksen ulkoasua muuttavaan toimenpiteeseen sekä asuinrakennuksen huoneistojärjestelyihin.

Toimenpidelupa tarvitaan myös rakennuksen julkisivun muuttamiseen sekä rakennusosan tai teknisen järjestelmän vaihtamiseen silloin, kun sillä voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuuteen. Jos kyseessä on rakennus, jonka energiatehokkuutta ei tarvitse 117 g §:n 2 momentin nojalla parantaa, toimenpidelupaa ei kuitenkaan tarvita. (21.12.2012/958)

Lupa ei ole tarpeen, jos toimenpide perustuu tämän lain mukaiseen katusuunnitelmaan, maantielain mukaiseen hyväksyttyyn tiesuunnitelmaan tai ratalain (110/2007) mukaiseen hyväksyttyyn ratasuunnitelmaan. (21.12.2012/958)

126 a § (21.12.2012/958)**Toimenpideluvanvaraiset toimenpiteet**

Edellä 126 §:n mukainen toimenpidelupa tarvitaan sellaisen rakennelman tai laitoksen, jota ei ole pidettävä rakennuksena, pystyttämiseen tai sijoittamiseen taikka rakennuksen ulkoasun tai tilajärjestelyn muuttamiseen seuraavasti:

- 1) katoksen, vajan, kioskin, käymälän, esiintymislavan tai vastaavan rakennelman rakentaminen taikka kiinteistökohtaisen jätevesijärjestelmän rakentaminen tai muuttaminen (rakennelma);
- 2) urheilu- tai kokoontumispaikan, muun kuin ulkoilulaissa (606/1973) tarkoitetun asuntovaunualueen tai vastaavan alueen sekä katsomon, yleisöteltan tai vastaavan perustaminen tai rakentaminen (yleisörakennelma);
- 3) asuntovaunun tai -laivan tai vastaavan pitäminen paikallaan sellaista käyttöä varten, joka ei liity tavanomaiseen retkeilyyn tai veneilyyn (liikuttettava laite);
- 4) maston, piipun, varastointisäiliön, hiihtohissin, muistomerkin, suurehkon antennin, tuulivoimalan ja suurehkon valaisinpylvään tai vastaavan rakentaminen (erillislaitte);
- 5) suurehkon laiturin, sillan tai muun vesirajaa muuttavan tai siihen olennaisesti vaikuttavan rakennelman, kanavan, aallonmurtajan tai vastaavan rakentaminen (vesirajalaitte);
- 6) muusta alueesta erotetun suurehkon varastointi- tai pysäköintialueen taikka tällaiseen alueeseen verrattavan alueen järjestäminen (säilytys- tai varastointialue);
- 7) rakennuksen julkisivun muuttaminen, kattomuodon, katteen tai sen väriytyksen muuttaminen, ulkoverhouksen rakennusaineen tai väriytyksen muuttaminen, katukuvaan vaikuttavan markiisin asettaminen taikka ikkunajaon muuttaminen (julkisivutoimenpide);
- 8) muun kuin maantielain 52 §:ssä säädetyn rakennelman, tekstin tai kuvan asettaminen ulkosalle mainos- tai muussa kaupallisessa tarkoituksessa taikka ikkunaa peittävän mainoksen pysyvä tai pitkäaikainen asettaminen (mainostoimenpide);
- 9) rakennettuun ympäristöön liittyvän erottavan kiinteän aidan tai kadun reunusmuurin rakentaminen (aitaaminen);

10) muut kaupunki- tai ympäristökuvaan merkittävästi ja pitkäaikaisesti vaikuttavat järjestelyt tai muutokset (kaupunkikuvajärjestely);

11) asuinhuoneiston yhdistäminen tai jakaminen (huoneistojärjestely);

12) maalämmön hyödyntämiseen tarkoitetun lämpökaivon poraaminen tai lämmönkeruuputkiston asentaminen rakennuksen lämmitysjärjestelmää vaihdettaessa tai uusittaessa taikka käytettäväksi lisälämmönlähteenä (maalämpö).

Jos 1 momentin 1–10 kohdassa tai 12 kohdassa tarkoitettu toimenpide perustuu oikeusvaikutteiseen kaavaan tai katusuunnitelmaan taikka maantielain tai yleisistä teistä annetun lain (243/1954) mukaiseen hyväksyttyyn tiesuunnitelmaan toimenpidelupaa ei tarvita.

Kunta voi rakennusjärjestyksessä määrätä, että toimenpidelupaa ei kunnassa tai sen osassa tarvita 1 momentin 1–10 tai 12 kohdassa tarkoitettuun toimenpiteeseen, jos toimenpidettä voidaan pitää vähäisenä.

2.3.3 Ikkunoiden ja ovien korjauksen ja vaihdon vaikutus energiatehokkuuteen

Mikäli suunnitellaan energiatehokkuuden parantamista ikkunoiden ja ovien kohdalta tulisi lähtökohtaisesti aloittaa sen suunnittelu korjauksen ja tiivistämisen kannalta. Pelkästään ikkunoiden tiivistämisellä saattaa lämmitysenergian kulutus pienentyä jopa 15 % (Energiakorjaus.info 2015). Tämä edellyttää sitä, että ikkunat ovat hyväkuntoiset ja ehjät. Myös karmin ja seinän välinen tiivistys kannattaa tarkistaa.

Uudet energiatehokkuusmääräykset ovat ikkunoiden ja ovien kohdalla seuraavat:

- Ikkunoita ja ovia uusittaessa U-arvon on oltava minimissään $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ tai parempi.
- vanhoja ikkunoita ja ovia korjattaessa on niiden lämmöneristävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan

(Energiakorjaus.info 2015).

Ikkunan kunnon tarkastuksessa tulisi kiinnittää huomiota seuraaviin seikkoihin:

1. Pintakäsittely. Irtoaako maali tai puunsuoja irti ikkunasta?
2. Puuosat. Ovatko puuosat esim. puukolla kokeilemalla erityisen pehmeitä? Näkykö karmissa ja puitteissa isoja halkeamia? Ovatko puitteet ja karmit turvon-

neet ja näkykö selviä veden valumajälkiä? Ovatko saranat tai muut helat löyhästi kiinni tai irronneet?

3. Lasitus. Onko lasi rikki? Ovatko lasipinnat tummuneet? Ovatko lasituslistat tai kitit halkeilleet tai puuttuvatko ne kokonaan? Helisevätkö ikkunalasit kovalla tuulella?
4. Pellitykset. Viettävätkö pellit oikeaan suuntaan? Ovatko peltien kiinnikkeet irti tai ruostuneet ja ovatko ne vedenpitävät? Onko pelleissä tippanokka?
5. Tiivisteet. Ovatko tiivisteet ehjät?
6. Veden tiivistyminen. Tiivistyykö vesi ikkunalasin sisäpinnalle huoneen puolelle, ikkunalasien väliin vai ulkopuolelle ikkunaa?
7. Heloitus. Ovatko vanhat helat irti tai löysällä? Ovatko helat vääntyneet tai ruostuneet?
8. Toiminnalliset puutteet. Liikkuvatko puitteet huonosti? Onko äänieristävyys riittävä? Onko ikkunoiden pesu tai muu huolto hankalaa?

Näiden seikkojen pohjalta on hyvä lähteä suunnittelemaan tarvitseeko ikkunaa vaihtaa vai pelkästään huoltaa. (Energiakorjaus.info 2015).

Ikkunaa ei myöskään tarvitse vaihtaa kokonaan vaan sisäpuolelle voidaan asentaa lisälasi, jolloin ikkunan ulkonäkö ei muutu merkittävästi. Sisäpuolelle voidaan asentaa myös uusi puite, jossa on asennettuna kaksi lasia tai jopa eristyslaselementti. (Energiakorjaus.info 2015).

Mikäli päädytään ratkaisuun, jossa ikkunat vaihdetaan kokonaan, tulee ottaa huomioon, että ikkunoiden uusiminen vaatii rakennusluvan, sekä ottaa huomioon energiatehokkuusmääräyksessä esitettyyn U-arvon $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ minimivaatimukseen. U-arvon täyttyminen voidaan osoittaa rakennusvalvonnalle toimittamalla luotettavaa tietoa U-arvosta ikkunan valmistajalta, joten laskelmia ei sen enempää tarvitse tehdä. (Energiakorjaus.info 2015).

Kun lähdetään uusimaan ikkunaa, on hyvä valita ikkuna, joka kunnioittaa talon alkupeiräistä ilmettä. Tulee kuitenkin muistaa ja ottaa huomioon, että uusien ikkunoiden mitat poikkeavat lähes aina alkuperäisestä ja valoaukot hieman pienenevät. Ikkunoita vaihdettaessa olisi hyvä myös ottaa huomioon ilmanvaihdon toimivuus. Vanhat ikkunat eivät yleensä ole tiiviitä, jolloin korvausilma huoneeseen on saatu sitä kautta. Nykyään ikku-

noihin tarjotaan erilaisia korvausilmaventtiileitä, joilla varmistetaan korvausilman tarpeellinen saanti myös jatkossa. (Energiakorjaus.info 2015).

Ovien korjaamisella energiatehokkuuden lisääminen ei ole kaikkein tehokkain keino, mutta asumisviihtyvyyden lisäämisen kannalta se on järkevää, sillä huonosti tiivistetty ovi hohkaa kylmää ja aiheuttaa vedon tunnetta ympäristöönsä ja lattianrajaan. Ja kuten ikkunoidenkin kohdalla pelkästään tiivistämisellä saavutetaan jo suuria tuloksia mikäli vanha ovi on suora ja kunnossa. (Energiakorjaus.info 2015, tekniset kortit)

Jos on kuitenkin tarvetta vaihtaa ovi, on jälleen hyvä lähteä kunnioittamaan rakennuksen ulkonäköä ja valita siihen tyyliin sopivat ovet. (Energiakorjaus.info 2015, tekniset kortit)

Alla olevassa taulukossa (taulukko 1) on esitetty ulko-ovien ohjeidenmukaisia lämmöneristävyysarvoja eri vuosilta.

TAULUKKO 1. Ulko-ovien ohjeidenmukaisia lämmöneristävyysarvoja eri vuosilta (Energiakorjaus.info tekniset kortit: Ovikorjaus, 2015, 2)

Muutokset lämmönläpäisevyysarvoissa	Lämmönläpäisevyysarvot (U-arvot)[W/m ² K]	Arvioitu energian kulutus oven kautta, rakennus 150 m ² , ovipinta-ala 4,2 m ² , kWh/vuosi
1950-lukuun asti	5,80	n. 4000 (ikkunallinen ovi)
1960-luku	3,49	n. 2500 (ikkunaa 50 %)
1970-luvun alku	3,14	n. 2100
1975 - energiakriisin jälkeen	2,10	n. 1400
2000-luku	1,40	n. 1000
2010	1,00	n. 700
Erittäin energiatehokas talo	0,40	n. 300

2.3.4 Seinien lisäeristäminen

Ulkoseinien läpi karkaa jopa 15 - 17 % lämmitystehosta. Seinien lisäeristäminen on kätevin suorittaa, jos joudutaan remontoimaan muutenkin ulkoseinää. Silloin on lämmöneristävyttä parannettava energiatehokkuusmääräysten mukaan seuraavasti:

- Ulkoseinän U-arvo on parannettava 0,5-kertaiseksi alkuperäisestä, kuitenkin enintään arvoon 0,17 W/m²K.
- Jos rakennuksen käyttötarkoitusta muutetaan, U-arvo on parannettava alkuperäisestä 0,5-kertaiseksi, kuitenkin vähintään arvoon 0,60 W/m²K

(Ympäristöministeriön asetus, 4§ 2013).

Seinien lisäeristäminen voidaan suorittaa sekä sisä- että ulkopuolelle. Kummassakin tapauksessa tulee huomioida seuraavat asiat:

- Ulkoseinän kunto on tutkittava kuntotutkimuksella, jotta saataisiin selville paras korjausmenetelmä.
- Korjaussuunnitelmaa tehtäessä on otettava huomioon rakenteen kosteustekninen toiminta, äänieristys ja paloturvallisuus sekä liittyvät rakenteet esim. ikkunat.
- Rakennusoikeuden riittävyys, jos ulkoseinän paksuutta lisätään. Maankäyttö- ja rakennuslain 115§:n mukaan rakennuksen kerrosala saa kuitenkin ylittää muutoin rakennettavaksi sallitun kerrosalan ulkoseinärakenteesta aiheutuvan pinta-alan verran, jos ulkoseinän paksuus on enemmän kuin 250mm.
- Tulee kysyä rakennusvalvontaviranomaisen kanta seinän pintarakenteen muuttamiseen.

(Pylsy 2014, 32-33).

Kun lähdetään lisäämään eristettä seinän ulkopuolelle, tulee ottaa huomioon jälleen arkkitehtuurinen näkökulma ja pyrkiä luomaan alkuperäistä mallintava ratkaisu. Erityisesti tulisi ottaa huomioon, kun lisätään eristettä, että ulkoseinän ulkopinta siirtyy ulospäin, jolloin räystäät lyhenevät ja näin ollen rakennuksen ulkonäkö saattaa kärsiä. Tällöin tulisi harkita myös kattoremonttia, joka tosin lisää kustannuksia.

Jos rakennuksen ulkokuori on hyväkuntoinen tai sitä ei muusta syystä haluta uusia ja lisälämmöneristämiseksi on tarvetta, voidaan seinään lisätä eristettä myös sisäpuolelle. Tämä on kuitenkin riskialttiimpi tapa kuin ulkopuolelta eristäminen, sillä sisäpuolen lisäeristys alentaa alkuperäisen seinän materiaalin lämpötilaa, jolloin lämpötilan laskiessa seinän sisällä suhteellinen kosteus nousee ja seinän kuivuminen esim. sateen jälkeen hidastuu. (Energiakorjaus.info 2015, tekniset kortit)

Seuraavassa taulukossa (taulukko 2) on esitetty pientalon ulkoseinän lämmöneristeen lisäystarve nykytason saavuttamiseksi.

TAULUKKO 2. Pientalon ulkoseinän lämmöneristeen lisäystarve nykytason saavuttamiseksi (Energiakorjaus.info tekniset kortit: ulkoseinän lisälämmöneristys, 2015, 2)

	Lämmön läpisevyysarvot (W/m ² K)	Tyypillinen lisälämmöneristeen paksuus (mm) U-arvolle $\leq 0,17$ (W/m ² K) *
1940-luku	0,65	175
1950-luku	0,52	150
1962	0,47	150
1969	0,41	125
1974	0,41	125
1979	0,29	100
1985	0,28	100
2003	0,25	75
2008	0,24	75
2010	0,17	-
2010 (passiivitalo)	0,09	-
* materiaalin λ -arvo (lämmönjohtavuus) 0,035 W/mK		

2.3.5 Ylä- ja alapohjan lisäeristäminen

Yläpohjan energiatehokkuuden parantamista suunniteltaessa on otettava huomioon energiatehokkuusvaatimukset, joiden mukaan minivaatimukset ovat seuraavat:

- Alkuperäisen yläpohjan U-arvo*0,5, kuitenkin enintään 0,09 W/m²K.
- Käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo* 0,5, kuitenkin 0,60 W/m²K tai parempi.

(Ympäristöministeriön asetus, 4§ 2013).

Yläpohjan lisäeristämällä saavutetaan suuria tuloksia energiatehokkuuden kannalta, sillä lämpö nousee ylöspäin ja on tutkittu, että yläpohjan läpi karkaa jopa 20 % lämmitysenergiasta (Energiakorjaus, tekninen kortti 2013).

Yläpohjan lämmöneristämiseen lähdetään usein siitä syystä, että yläpohja on vaurioitunut tai haetaan energiataloudellista hyötyä tai asumismukavuutta. (RT 83-11161, 2).

Lisäeristämistä suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon mahdollinen rakenteen kuivumiskyvyn heikkeneminen, josta voi seurata vakavia ongelmia, jos kosteus jää rakenteen sisään. Erityisen huono tilanne olisi vanhoissa rakennuksissa, joissa on käytetty läm-

möneristeenä orgaanisia materiaaleja esim. kutteria, sahanpurua ja sammalta. Näihin vanhoihin kattotyyppeihin ei kaikkiin voida edes suunnitella lisälämmöneristystä ilman että se haittaa rakennusfysikaalista toimintaa. Näissä rakenteissa tulisi harkita katon kokonaan uudelleen rakentamista (RT 83-11161, 2).

Jos kuitenkin suoritetaan lisälämmöneristys, voidaan se suorittaa sisä- tai ulkopuolelta tai vaihtaa eriste kokonaan. Ulkopuolelta suoritettu yläpohjan lisälämmöneristys on paras vaihtoehto. Sillä voidaan vaikuttaa rakenteen kosteustekniseen toimintaan myönteisesti, koska näin toimittaessa kattorakenteen vanhan osan lämpötila nousee ja kuivattaa rakennetta. (RT 83-11161, 2). Yläpuolelle asennetun lisälämmöneristeen tulee olla kuitenkin harvempaa kuin vanhan eristeen. Tämä siitä syystä, että jos uusi eriste on tiheämpää kuin vanha, alkaa kosteus kerääntyä vanhoihin eristemateriaaleihin. (energiakorjaus.info, tekniset kortit, yläpohja).

Sisäpuolinen lisälämmöneristäminen tehdään, jos höyrynsulku vanhassa rakenteessa on vaurioitunut tai se puuttuu kokonaan, jolloin se lisäeristämisen yhteydessä voidaan korjata. Sisäpuolinen lisälämmöneristäminen tulee kysymykseen myös tilanteissa, joissa välipohjan tilat ovat niin ahtaat, että ulkopuolinen eristäminen ei onnistu. Tämä esimerkiksi on mahdollista 60-luvun tasakattoisissa taloissa. Tällaisissa tilanteissa on otettava huomioon myös huoneen mataloituminen (RT 83-11161, 2) (energiakorjaus.info, tekniset kortit, yläpohja).

Vanhan eristeen kokonaan vaihtaminen uuteen käy tilanteissa, joissa lisälämmöneristäminen sisä- ja ulkopuolelle ei ole järkevää. Tällöin kannattaa harkita myös kattorakenteiden perusteellista korjausta.

Alapohjan lisälämmöneristyksen parantamiselle esitetyt vaatimukset ovat vain, että energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan. (Ympäristöministeriön asetus, 4§ 2013).

Alapohjan lisälämmöneristäminen ei ole järkevää ellei rakenne aiheuta ongelmia tai sen korjaus ole välttämätöntä.

TAULUKKO 3. Yläpohjan lisälämmöneristämisen tarve nykytason saavuttamiseksi
(Energiakorjaus.info tekniset kortit: Yläpohjan lisälämmöneristys, 2015, 4)

Vuosi tai vuosikymmen, jolloin talon yläpohja on eristetty.	Lämmön- läpäise- vyysarvo (U-arvo) [W/m ² K]	Tyypillinen lisäläm- möneristeen paksuus, jotta päästään U-arvoon 0,09 (W/m ² K). Eristeen lämmönjohtavuus on 0,035 (W/mK) .[mm]
1940-luku	0,35	300
1950-luku	0,35	300
1962	0,41	300
1969	0,35	300
1974	0,35	300
1979	0,23	240
1985	0,22	240
2003	0,16	180
2008	0,15	160
2010	0,09	0
2012	0,09	0
2012 passiivitalo	0,06	

2.4. U-arvo

U-arvolla tarkoitetaan lämmönläpäisykerrointa, joka kuvaa rakenteiden (ulkoseinien, ylä- ja alapohjien, sekä ikkunoiden ja ovien) lämmöneristävyyttä. Sen yksikkönä on W/m²K. Se kuvaa, kuinka monta wattia lämpöä karkaa yhden neliömetrin kokoisen rakennusosan läpi. Mitä pienempi U-arvo on, sen parempi on rakenteen lämmöneristävyys.

(Pylsy 2014, 28).

Rakenteiden lämmöneristävyys parani huomattavasti vuonna 1976, kun ensimmäiset lämmöneristävyydsmääräykset annettiin.

Kun lähdetään tutkimaan U-arvoa rakennusosa- ja järjestelmäkohtaisesta vaatimusten näkökulmasta, jossa rakennekohtaiset minimivaatimukset koskevat lämmöneristävyyden parantamista ulkoseinissä, yläpohjassa, ikkunoissa ja ulko-ovissa, tulee tietää tai selvittää rakenteen alkuperäinen U-arvo. Tämä saadaan selville alkuperäisistä asiakirjoista ja piirustuksista, mutta jos näitä tietoja ei saada selville, käytetään ympäristöministeriön asetuksen laskentaliitettä, jossa on annettu oletetut U-arvot eri aikakausien rakennusosille. (Pylsy 2014, 28-29).

U-arvot tässä työssä on laskettu Suomen rakentamismääräyskokoelman C4 2003 mukaisesti.

2.5. Lämpökamerakuvaus

Lämpökamerakuvaus on menetelmä, jolla voidaan tutkia ja arvioida rakenteiden kuntoa rikkomatta niitä. Sitä voidaan käyttää tutkimusmenetelmänä uudisrakennusten laadunvalvonta mittauksissa tai vanhojen rakennusten kuntotutkimuksissa. (Ratu 1213-s, 1)

Rakennuksen lämpökuvaus on perustapauksessa rakennuksen ulkovaipan kuvausta, jolla pyritään etsimään seinärakenteen viat ja puutteet, seinän ilmavuodot, lämmöneristeiden kunto ja toimivuus sekä kylmäsillat.

Lämpökamera itsessään on laite, joka vastaanottaa lämpösäteilyä. Se mittaa kuvauskohteesta lähtevän lämpösäteilyn, infrapunasäteilyn, voimakkuutta. Lämpökamera muuttaa kohteen lämpösäteilyvoimakkuuden lämpötilatiedoksi, josta lämpökuva muodostetaan digitaalisesti. (Ratu 1213-s)

2.5.1 Lämpökuvauksen perusteet

Lämpökamerakuvaus perustuu pintalämpötilojen mittaukseen. Kaikki pinnat lähettävät eli niin kutsutusti ”emittoivat” lämpösäteilyä, jonka voimakkuus riippuu pintalämpötilasta ja pinnan emissiokertoimesta eli kyvystä lähettää lämpösäteilyä. Lämpökameralla tutkitaan pinnasta tullutta infrapuna-alueen kokonaissäteilyä, johon sisältyy pinnasta heijastunut säteily sekä joissakin tapauksissa pinnan läpi tullut säteily. (Paloniitty 2006, 16)

Emissiokerroin on luku, joka tarkoittaa pinnan kykyä säteillä infrapunaenergiaa suhteessa mustakappaleeseen, joka on niin kutsuttu täydellinen säteilijä, jonka emissiokerroin on 1. Materiaalin emissiokerroin voi olla 0-1. Tapauksissa joissa emissiokerroin on alhainen, 0-0,5, pinta on kiiltävä ja heijastava. Näissä tapauksissa lämpösäteily saattaa olla ulkopuolisten lämmönlähteiden ja pintojen heijastuksia. Tällaisten pintojen lämpö-

tilaa voi olla lähes mahdotonta tutkia lämpökameralla. Emissiokertoimen ollessa lähellä ykköstä on heijastuksen osuus pieni ja silloin kohteesta vastaanotettu lämpösäteily on suurilta osin sen itsensä lähettämää. Emissiivisyyteen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- säteilyn aallonpituus
- pintalämpötila
- materiaali
- kuvauskulma.

(Paloniitty 2006, 16-17)

Rakennusten lämpökuvaukseen vaikuttaa eniten kohteen emissiokerroin ja kuvauskulma. Kuvausetäisyys tulee ottaa huomioon siten, että mitä kauempaa kuva on otettu sitä suurempaa aluetta yksi kuvapiste edustaa, jolloin yksittäinen kylmä taikka kuuma kohta saattaa jäädä havaitsematta. Kuvauskulman muuttuessa pinnan emissiivisyys muuttuu. Kuvauskulman ollessa tarpeeksi vino laskee korkeankin emissiokertoimen omaavan materiaalin lämpötila näennäisesti. (Paloniitty 2006, 18)

2.5.2 Lämpökuvauksen suorittaminen

Lämpökuvaus suoritetaan pääsääntöisesti sisätiloissa, mutta kuvauksia voidaan suorittaa myös ulkopuolelta. Ulkopuolelta suoritetuissa kuvauksissa tulee huomioida erityisen hyvin edeltäneitä sääolosuhteita sekä ulkoverhoilun tuuletusraon vaikutus. (Ratu 1213-s, 2005, 4)

Ennen kuin lämpökuvaukset aloitetaan, tulee kirjata ylös seuraavat tiedot:

- Ulkoilman olosuhteet 12-24 tuntia ennen mittauksen aloittamista, lämpötila, tuulen voimakkuus (nopeus ja suunta), auringon aiheuttama lämpösäteily (pilvinen, puolipilvinen, aurinkoinen).
- Kohteen tiedot. Ulkoilman lämpötila kohteen välittömästä läheisyydestä kuvauksen alussa ja lopussa. Auringon paiste jaotuksella (pilvinen, puolipilvinen, aurinkoinen) kuvauksen alussa ja lopussa. Tuulen nopeus ja suunta. Sisätilan lämpötila joka huoneesta tai lämpöteknisesti erilaisesta tilasta. Vallitseva painesuhde.

Rakennuksen tiedot:

- Olemassa olevat rakenteet, runkotyyppi, yläpohjarakenne ja alapohjarakenne.
- Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä.
- Rakennuksen lämmitys ja lämmönjakojärjestelmä.

(Ratu 1213-s 2005, 4)

Kuvauksien alkaessa kirjataan ylös myös:

- pinnan emissiivisyys, joka normaalirakenteissa on 0,90-0,95
- kuvausetäisyys
- tutkittavan tilan lämpötila sekä kosteus
- ympäristön lämpötila eli kohteesta heijastuva lämpötila.

(Ratu 1213-s 2005, 4)

Kameran kalibrointi tarkastetaan ennen kuvauksia sekä kuvauksien jälkeen. Kuvausetäisyys sisätiloissa on 2-4 metriä ja ulkokuvauksissa, jos mahdollista, alle 10 metriä. Kaikki seinäpinnat kuvataan ja kuvauspaikka ja suunta merkitään pohjakuviin.

Lämpökuvaajan pätevyyttä ei ole määritetty viranomais määräyksissä eikä ohjeissa, mutta yleisenä ammattivaatimuksena pidetään, että lämpökuvaajalla on lämpökuvauksen ja rakennustekniikan asiantuntemus. Pätevyys voidaan osoittaa Lämpökuvauksen perustutkintotodistuksella (Level 1, Thermographer Certificate) sekä Vtt:n myöntämällä lämpökuvaajan henkilösertifikaatilla. (Ratu 1213-s 2005, 2).

Lisäohjeita voi lukea Ratu kortista 1213-s Rakennusten lämpökuvaus.

3 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

3.1. Tietojen etsintä

Tutkimus suoritettiin rakenteita rikkomatta, joten tiedot kerättiin Oriveden kaupungin arkistosta ja tietokannoista löytyneistä piirustuksista sekä asiakirjoista. Tämän lisäksi kohteissa suoritettiin silmämääräisiä tutkimuksia sekä mitattiin rakenteiden paksuuksia, mikäli se oli mahdollista.

3.2. U-arvojen laskenta

U-arvoja laskettaessa käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman C4 2003 ohjeita, kyseiset ohjeet soveltuivat paremmin ja olivat riittävän tarkat vanhojen rakennusten U-arvojen laskentaan. Rakenteiden koostumukset olivat osassa kohteissa epäselviä, joten laskut perustuvat osittain olettamuksille. Varsinkin kolmessa vanhemmassa kohteessa oli vaikeuksia löytää luotettavaa tietoa rakenteista.

3.3. Lämpökamerakuvaus

Ennen lämpökamerakuvausten aloittamista hankittiin kohteista pohjakuvat, joihin sai kätevästi kirjattua ylös tilojen lämpötilat, paine-erot ja ilmankosteus. Kohteissa pidettiin yllä normaaliolosuhteet lämpötilojen ja ilmastoinnin osalta. Esteet oli poistettava seinien viereltä ja ikkunaverhot poistettava tai siirrettävä ikkunan keskelle 12 tuntia ennen kuvausten aloittamista. Kohteissa otettiin ylös myös sääolosuhteet ennen kuvauksia ja kuvauksien lopussa.

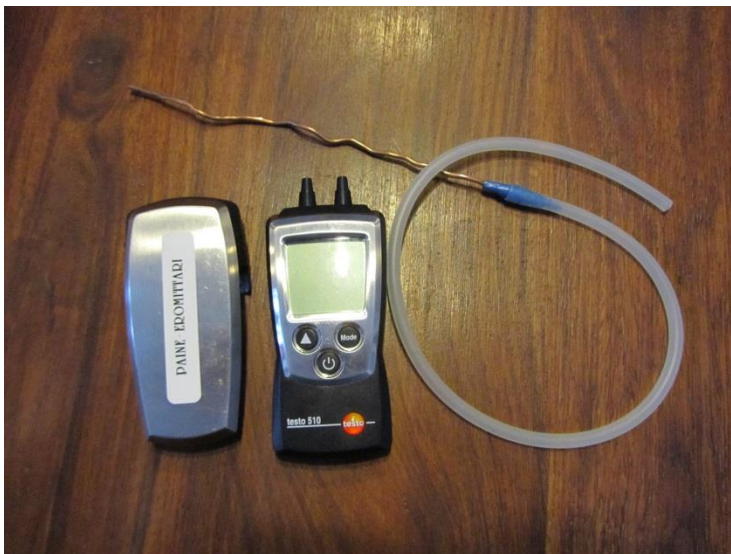
Itse kuvaus suoritettiin rakennuksissa myötöpäivään kulkien ja joka huoneesta otettiin ylös lämpötila ja ilmankosteusprosentti käyttäen Teston valmistamaa H1 lämpötila- ja ilmankosteusmittaria. Tiloista tutkittiin myös paine-ero, sisätilan tuli olla ulkoilmaan verrattuna 5 Pascalin verran alipaineinen. Tämän jälkeen kuvat tulkittiin ja laskettiin lämpötilaindeksi. Lämpötilaindeksin pohjalta annettiin korjauskehotus, jotka perustuivat neljään eri korjausluokkaan. Tästä on enemmän tietoa työn liitteenä olevissa lämpökuvauraporteissa.

Lämpökamerakuvauksissa käytetyt välineet olivat:

- Flir b50 lämpökamera
- Testo 510 paine-ero mittari
- Testo H1 lämpötila- ja ilmakeuhusmittari



KUVA 1: Flir b50 lämpökamera (Kuva: Atte Iivonen 2015)



KUVA 2: Testo paine-ero mittari (Kuva: Atte Iivonen 2015)



KUVA 3: Testo lämpötila ja ilmankosteusmittari (Kuva: Atte Iivonen 2015)

4 KOHDETIEDOT JA TUTKIMUSTULOKSET

4.1. Hirsilän koulu



KUVA 4. Hirsilän koulu (Kuva: Atte Iivonen 2015)

Hirsilän koulu on vuonna 1937 valmistunut kansakoulu, joka tänä päivänä toimii ala-asteena. Rakennuksen pääasiallinen rakennusmateriaali on tiili. Koulu on peruskorjattu vuonna 2009. Vuonna 2013 osa koulun yläpohjan vanhoista kutterilastu- ja sahanpuueristeistä, sekä vanhat puumateriaalit palopermannon alta on poistettu ja tilalle on laitettu puhallusvillaa. Remontoitu osa on noin yksi kolmasosaa ullakkotilan pinta-alasta ja sijaitsee rakennuksen pohjoispäässä.

4.1.1 Kiinteistön nykyinen energiankulutus

Oriveden kunnalta saatujen ja Skapat energia Oy:n laskemien energiakulutus tietojen perusteella kiinteistön vuosittainen tilojen lämmittämiseen tarvittava energiamäärä olisi n. 147,7 MWh. Kiinteistön energiakulutustiedot on laskettu viimeiseltä neljältä vuodelta ilmoitetun öljynkulutuksen perusteella. Kulutuksesta on laskettu keskiarvo sillä öljysäi-

liön täydennys ei ole ollut säännöllistä. Laskuissa on otettu huomioon öljykattilan hyötysuhde (Hokka 2015a, 3).

4.1.2 U-arvot rakenteittain

Seinän U-arvo. Kohteessa työselityksen mukaan on kahden kiven täystiilimuuraus ristilimityksellä ja molemmilta puolin rapattuna. Seinän paksuudeksi paikalla mitattuna saadaan 510mm. Näin ollen seinän U-arvoksi saadaan $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, joka on hyvinkin tyypillinen massiivitiiliseinälle.

Yläpohjan U-arvo. Yläpohjaan on tehty remontti 2009, jolloin sen vanhat eristeet ja puumateriaalit on poistettu ja tilalle lisätty puhallusvillaa. Yläpohjan rakenne on

- 50mm betoninen palopermanto
- 450mm puhallusvillaa
- 50mm betonilaatta
- 10mm rappaus

Tälle rakenteelle U-arvoksi saadaan $0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$. Laskussa on huomioitu kylmäsilan vaikutus.

Alapohjan U-arvo. Alapohjan rakenne on seuraava

- Tiivistettysora 100mm
- betonilaatta 100mm
- kaksinkertainen bitumisively
- betonilaatta 50mm

Tälle rakenteelle U-arvoksi saadaan $2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4.1.3 Lämpökamerakuvaus

Lämpökuvausraportti liitteenä. Liite 2. Raportissa esitetyt kuvat ovat kohteen pahimmat löydetyt ongelmakohdat.

4.2. Holman koulu



KUVA 5. Holman koulu (Kuva: Atte Iivonen 2015)

Holman koulu on vuonna 1938 valmistunut kansakoulu, jossa vielä vuoteen 2014 toimi ala-aste. Nykyään rakennuksessa toimii päiväkotia ja esiopetusryhmä. Holman koulurakennus on tehty Hirsilän vanhasta koulurakennuksesta. Piirustukset on laatinut Arvid Männistö ja rakennuksen pääasiallinen materiaali on hirsi. Rakennus on peruskorjattu vuonna 1988.

4.2.1 Kiinteistön nykyinen energiankulutus

Oriveden kunnalta saatujen ja Skapat energia Oy:n laskemien energiakulutus tietojen perusteella kiinteistön vuosittainen tilojen lämmittämiseen tarvittava energiamäärä olisi n. 84,8 MWh. Kiinteistön energiakulutustiedot on laskettu viimeiseltä neljältä vuodelta ilmoitetun öljynkulutuksen perusteella. Kulutuksesta on laskettu keskiarvo sillä öljysäiliön täydennys ei ole ollut säännöllistä. Laskuissa on otettu huomioon öljykattilan hyötysuhde (Hokka 2015b, 3).

4.2.2 U-arvot rakenteittain

Seinän U-arvo. Hirsilän koulun seinärakenne on seuraavanlainen

- lastulevy 12mm
- mineraalivilla + runko 50mm
- hirsi n.160mm
- lauta 22mm

Tälle rakenteelle saadaan U-arvoksi 0,38 W/m²K.

Yläpohjan U-arvo. Yläpohjan rakenne

- lauta 22mm
- paperi
- tiivis sammal 270mm
- savi 80mm

Tälle rakenteelle U-arvoksi saadaan 0,25 W/m²K.

Alapohjan U-arvo. Alapohjan rakenne

- muovimatto
- lauta 22mm
- savi 80mm
- tiivissammal 300mm
- lauta 22mm

Tämän rakenteen U-arvoksi saadaan 0,17 W/m²K.

4.2.3 Lämpökamerakuvaus

Lämpökuvausraportti liitteenä. Liite 3. Raportissa esitetyt kuvat ovat kohteen pahimmat löydetyt ongelma kohdat.

4.3. Karpinlahden koulu



KUVA 6. Karpinlahden koulu (Kuva: Atte Iivonen 2015)

Karpinlahden koulu on vuonna 1958 valmistunut kansakoulu, jossa nykyisin toimii esi-koulu sekä ala-aste. Koulun pääasiallinen rakennusmateriaali on tiili. Rakennus on peruskorjattu 1991.

4.3.1 Kiinteistön nykyinen energiankulutus

Oriveden kunnalta saatujen ja Skapat energia Oy:n laskemien energiakulutus tietojen perusteella kiinteistön käyttämä keskimääräinen energiankulutus vuosina 2009-2011 oli n. 176 MWh. Kiinteistön energiakulutustiedot on normeerattu (Harju 2013, 3).

4.3.2 U-arvot rakenteittain

Seinän U-arvo. Karpinlahden koulun seinän rakenne on seuraavanlainen.

- rappaus
- täystiilimuuraus 450mm
- rappaus

Tälle rakenteelle U-arvoksi saadaan 1,12 W/m²K.

Yläpohjan U-arvo. Karpinlahden koulun yläpohja on toteutettu ylälaattapalkistolla.

Yläpohjan rakenne

- palopermanto 50mm
- vuoraushuopa
- kevytbetoni 200mm
- betonilaatta 50mm

Tälle rakenteelle U-arvoksi saadaan 0,39 W/m²K.

Alapohjan U-arvo. Alapohjan rakenne

- Tiivistettysora 200mm
- betonilaatta 90mm
- kaksinkertainen bitumisively
- betonilaatta 50mm

Tälle rakenteelle U-arvoksi saadaan 0,27 W/m²K.

4.3.3 Lämpökamerakuvaus

Lämpökuvausraportti liitteenä. Liite 4. Raportissa esitetyt kuvat ovat kohteen pahimmat löydetyt ongelmakohdat.

4.4. Kiikanmäen vuokratalo



KUVA 7. Kiikanmäen vuokratalo asunnot 1-3 (Kuva: Atte Iivonen 2015)



KUVA 8. Kiikanmäen vuokratalo asunnot 4-7 (Kuva: Atte Iivonen 2015)

Kiikanmäen vuokratalo, vai pitäisikö sanoa vuokratalot. Sillä kyseinen kohde koostuu kahdesta erillisestä rakennuksesta, on valmistunut vuonna 1978. Toinen taloista on kak-sikerroksinen. Rakennus on puurunkoinen, ja tiilivuorattu.

4.4.1 Kiinteistön nykyinen energiankulutus

Oriveden kunnalta saatujen ja Skapat energia Oy:n laskemien energiakulutus tietojen perusteella kiinteistön vuosittainen tilojen lämmittämiseen tarvittava energiamäärä olisi n. 94,2 MWh. Kiinteistön energiakulutustiedot on laskettu viimeiseltä neljältä vuodelta ilmoitetun öljynkulutuksen perusteella. Kulutuksesta on laskettu keskiarvo sillä öljysäiliön täydennys ei ole ollut säännöllistä. Laskuissa on otettu huomioon öljykattilan hyötysuhde (Hokka 2015c, 3).

4.4.2 U-arvot rakenteittain

Seinän U-arvo. Seinän rakenne on seuraavanlainen

- Lastulevy 12mm
- muovitiivistyspaperi
- mineraalivilla 100mm+50mm
- bituliitti 12mm
- ilmarako
- tiilivuoraus 85mm

Tälle seinälle U-arvoksi saadaan 0,33 W/m²K.

Yläpohjan U-arvo. Yläpohjan rakenne

- tuulensuojamatto 30mm
- mineraalivilla 50mm
- runko + min.villa 100mm
- höyrynsulku
- runko + min.villa 50mm
- lastulevy

Yläpohjan U-arvoksi saatiin 0,24 W/m²K.

Alapohjan U-arvo, Alapohjan rakenne

- Hiertobetoni 40mm
- Teräsbetoni 120mm
- muovi
- Styrox 50mm+50mm
- salaojasoraa 300mm

Alapohjan U-arvoksi saadaan 0,18 W/m²K.

4.4.3 Lämpökamerakuvaus

Lämpökuvausraportti liitteenä. Liite 5. Raportissa esitetyt kuvat ovat kohteen pahimmat löydetyt ongelmakohdat.

4.5. Tekninen varikko



KUVA 9. Tekninen varikko (Kuva: Atte Iivonen 2015)

Tekninen varikko on valmistunut vuonna 1991 ja siinä sijaitsee Oriveden kaupungin varikko/varasto. Rakennus on puurunkoinen, jonka ulkovuoraus on profiilipeltiä. Osa rakennuksesta on vuokrattu yrityskäyttöön.

4.5.1 Kiinteistön nykyinen energiankulutus

Oriveden kunnalta saatujen ja Skapat energia Oy:n laskemien energiakulutus tietojen perusteella kiinteistön vuosittainen tilojen lämmittämiseen tarvittava energiamäärä olisi n. 131,6 MWh. Kiinteistön energiakulutustiedot on laskettu viimeiseltä neljältä vuodelta ilmoitetun öljynkulutuksen perusteella. Kulutuksesta on laskettu keskiarvo sillä öljysäiliön täydennys ei ole ollut säännöllistä. Laskuissa on otettu huomioon öljykattilan hyötysuhde (Hokka 2015d, 3).

4.5.2 U-arvot rakenteittain

Seinän U-arvo. U-arvon laskennassa on huomioitu seinärakenteen epätasa-aineisuus.

Seinän rakenne on

- kipsilevy 13mm
- höyrynsulku
- mineraalivilla ja runko 150mm
- bituliittilevy 12mm
- ilmarako
- ja profiilipelti.

Tälle rakenteelle U-arvoksi saadaan 0,35 W/m²K.

Yläpohjan U-arvo. Yläpohjan rakenne on

- gyproc 13mm
- harvalaudoitus 22 * 100mm k300
- höyrynsulku
- puhallusvilla (mineraali) 250mm

Rakenteen U-arvoksi saadaan 0,18 W/m²K.

Alapohjan U-arvo. Alapohjan rakenne on

- betonilaatta 100mm
- styrox levy 2*50mm
- tiivistetty sora 200mm

Tämän rakenteen U-arvoksi saadaan 0,16 W/m²K.

4.5.3 Lämpökamerakuvaus

Lämpökuvausraportti liitteenä. Liite 6. Raportissa esitetyt kuvat ovat kohteen pahimmat löydetyt ongelmakohdat.

5 POHDINTA

Työn tarkoitus oli tutkia ja selvittää vanhojen rakennusten seinien sekä ylä- ja alapohji-
en U-arvoja ja suorittaa lämpökuvauksia kyseisissä kohteissa. Näiltä osin koen työn
onnistuneen.

Tutkimusta tehtäessä ja tietojen selvittämisissä oli omat haasteensa erityisesti, kun piti
selvittää näiden vanhojen rakennusten rakenteita ja sitä mitä ne pitivät sisällään. Tutki-
mus tehtiin rikkomatta rakenteita, jolloin oltiin vanhojen piirustusten ja asiakirjojen
varassa. Hyvin nopeasti kävi selville, että vanhat piirustukset olivat puutteellisia tai ne
puuttuivat kokonaan. Myös vanhojen työselostusten ja rakennustapaselostusten kanssa
oli omat vaikeutensa, koska kieliasu oli hyvinkin vanhoillinen ja ne sisälsivät paljon
ammattikieltä, jota ei nykyään juuri kuule työmailla.

Ehkä suurinta kiinnostusta itselleni tuotti lämpökamerakuvaus, sillä en ollut koskaan
ennen päässyt edes kokeilemaan kyseistä laitetta. Lämpökamerakuvaajalta vaaditaan
paljon kokemusta ja tietoa varsinkin rakennusfysiikasta, joka itselläni ei vielä ole ko-
vinkaan suurta. Tämän takia lämpökamerakuvaus suoritettiin niin kutsuttuna amatööri-
kuvauksena. Se kuitenkin toimii pohjana ja antaa viitteitä mahdollisista ongelmista ra-
kenteissa. Tämän pohjalta Oriveden kaupunki voi lähteä tekemään lisäselvityksiä, jos
kokee sen tarpeellisenä.

Kaiken kaikkiaan pidin työtä mielenkiintoisena ja uskon, että työstäni on hyötyä Orive-
den kaupungille.

Lopuksi haluan kiittää vaimoani avusta työn teossa, Oriveden kaupunkia tämän työn
tilaamisesta sekä ohjaavaa opettajaa hyvistä neuvoista ja ohjauksesta.

LÄHTEET

Energiakorjaus info. 2014. Tekniset kortit. Oulun rakennusvalvonta. Luettu 2015.
<http://www.energiakorjaus.info/teknisetkortit/>

Kiinteistön kuntoarvio. 2014. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Harju, K. 2013. Lämmitystapaselvitys Orivedentie 654. Skapat Energia Oy raportti.

Hokka, J. 2015a. Lämmitystapaselvitys Hirsilän koulu. Skapat Energia Oy raportti.

Hokka, J. 2015b. Lämmitystapaselvitys Holman koulu. Skapat Energia Oy raportti.

Hokka, J. 2015c. Lämmitystapaselvitys Kiikanmäen vuokratalo. Skapat Energia Oy raportti.

Hokka, J. 2015d. Lämmitystapaselvitys Tekninen varikko. Skapat Energia Oy raportti.

Lauttalammi, A., Lehtonen, J. & Laine, K. 2005. Talojen korjausrakentamisen-johdatus perusteisiin. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132

Museovirasto. 2014. Restaurointi. Luettu 20.2.2015.
<http://www.nba.fi/fi/kulttuuriymparisto/rakennusperinto/restaurointi>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 27.2.2013/4

Paloniitty, S. 2006. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Rakennusteollisuuden kustannus RTK Oy.

Pyly, P. 2014. Uudet energiatehokkuusmääräykset korjausrakentamisessa – Opas taloyhtiöille. 1. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.

Ratu. 2005. Ratu 1213-s. Rakennuksen lämpökuvaus. Lämpökuvaus, raportointi ja tiilaaminen, 4.

RT-kortti. 2012. RT 18-11061. Kiinteistön kuntoarvio. Kuntoluokan määrytyminen, 1.

LIITTEET

Liite 1. Ympäristöministeriön asetuksen laskentaliite

Liite 1: 1(5).

Laskentaliite ympäristöministeriön asetuksen ”rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä”

Ympäristöministeriön asetuksessa ”Rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutos-töissä” annetaan kolme eri vaihtoehtoa, joilla voidaan osoittaa korjaus- tai muutostöiden vaatimustenmukaisuus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen osalta. Vaihtoehtoina on

1. parantaa rakennusosien lämmöneristävyyttä.
2. pienentää rakennuksen laskennallista energiankulutusta alle rakennusluokkakohdaisesti asetetun kiinteän raja-arvon. Laskennassa voidaan soveltaa uudisrakentamisen laskentaan tarkoitettuja ohjeita. Laskenta tehdään standardikäytöllä. Energiakulutuksen raja-arvot on asetettu laskennallisena vuotuisena energiankulutuksena lämmitettyä nettoala kohden (kWh/(m²a)).
3. parantaa rakennuksen vuotuista laskennallista kokonaisenergian kulu-tusta. Rakennusluokkakohdaiset raja-arvot on annettu suhteellisenä muutoksena alkuperäisen rakennuksen tai jos rakennuksen käyttötarkoitusta on muutettu, niin viimeisimmän muutoksen yhteydessä tehtyjen muutosten mukaisen rakennuksen laskennalliseen kokonaisenergiakulutukseen verrattuna. Laskennassa voidaan soveltaa samoja laskentavälineitä ja ohjeita kuin uudisrakentamisessa. Kokonaisenergiakulutuksen raja-arvot on asetettu vuotuisena laskennallisena kokonaisenergiankulutuksena lämmitettyä netto-ala kohden (kWh/(m²a)). Energiamuodon kertoimista on säädetty erikseen valtioneuvoston asetuksella ja ne ovat samat kuin uudisrakentamisessa.

Teknisten järjestelmien peruskorjauksessa, uudistamisessa ja uusimisessa olisi täytettävä asetuksessa annetut raja-arvot riippumatta valitusta vaihtoehdosta 1-3.

(Jatkuu)

Liite 1: 2(5).

Tilojen kesäaikaisen sisälämpöolosuhteet eivät saa heiketä korjausten ja uusimisien johdosta. Tilojen kesä-aikaisen yllälämpenemisen estäminen passiivisilla keinoilla voidaan laskea hyödyksi tilojen jäähdytysenergiantarvetta pienentävänä tekijänä, kun suunnitelmaan rakennuksen energiatehokkuuden parantamista.

Pinta-alat

Lämmitetty nettoala

Lämmitetty nettoala on lämmitettyjen kerrostasojen summa kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisä-pintojen mukaan laskettuna. Vaihtoehtoisesti lämmitetty netto-ala voidaan laskea lämmitetystä bruttoalasta, josta on vähennetty ulkoseinien rakennusosiala.

Rakennuksen lämmitetty nettoala selvitetään ajantasaisista asiakirjoista, kuten rakennuksen piirustuksista tai tietomalleista, tai arvioidaan riittävällä tarkkuudella paikan päällä. Mikäli rakennuksen ajantasaisia asia-kirjoja ei ole tai pinta-alojen arviointi mitaamalla osoittautuu vaikeasti toteutettavaksi, voidaan rakennuksen lämmitetyn nettoalan arvioida olevan 90 % lämmitetystä bruttoalasta. Rakennuksen bruttoala voidaan arvioida rakennuksen ulkomittojen ja kerrosluvun mukaan, mikäli bruttoala ei ole tiedossa. Lämmitetty bruttoala saadaan vähentämällä bruttoalasta lämmittämättömien tilojen pinta-ala.

Puolilämpimät tilat, kuten ullakko ja muut rakennuksessa olevat varastot, käsitellään lämpiminä tiloina. Lämmittämättömät tilat eivät kuulu tarkasteluun eikä niiden pinta-alaa oteta mukaan laskentaan.

Rakennusosien pinta-alat

Rakennuksen rakennusosien pinta-alat selvitetään rakennuksen ajantasaisista asiakirjoista, kuten piirustuksista tai tietomalleista, tai arvioidaan riittävällä tarkkuudella paikan päällä.

Liite 1: 3(5).

Rakennuksen energiakulutuksen ja kokonaisenergiakulutuksen laskennassa tarvittavat rakennusvaipan eri rakennusosien pinta-alat määritetään rakennuksen kokonaissisämittojen mukaan.

Alapohjan pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaan aukkojen ja rakenteiden aloja vähentämättä. Alapohjan läpivientien, kuten kanavien, pilarien, viemärien ja vesijohtojen läpiviennit, pinta-alaa ei vähennetä alapohjan pinta-alasta.

Yläpohjan pinta-ala lasketaan ulkoseinien sisämittojen mukaisesti kattoikkunoiden aukkojen pinta-alat vähentäen. Yläpohjan läpivientien, kuten kanavien, hormien ja tuuletusputkien läpiviennit, pinta-alaa ei vähennetä yläpohjan pinta-alasta.

Ulkoseinien pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaisesti alapohjan lattiapinnasta yläpohjan alapintaan ikkunoiden ja ovien aukkojen pinta-alat vähentäen.

Ikkunoiden ja ovien pinta-alat lasketaan kehän ulkomittojen (karmirakenteen ulkomittojen) mukaan. Julki-sivun tai katon muodosta merkittävästi poikkeavan ikkunaratkaisun, kupumaisen kattoikkunan ja valoaukollisen savunpoistoluukun pinta-ala lasketaan tapauskohtaisesti yleisohjetta soveltaen.

Rakennusosakohtaisten vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

Asetuksessa on esitetty raja-arvot eri rakennusosien lämmöneristävyyden parantamiselle suhteellinen parannus alkuperäisestä tasosta sekä enimmäisarvot. Rakennusosien lämmöneristävyyttä kuvaava lämmönläpäisykerroin lasketaan voimassa olevan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C4 ”Lämmöneristys” mukaan.

Alkuperäisten rakenteiden lämmönläpäisykertoimet selvitetään hankesuunnittelun yhteydessä tehtävissä tarkastuksissa tai ajantasaisista rakennuksen asiakirjoista, kuten piirustuksista tai tuotemalleista, tai muista asiakirjoista, kuten rakennusluvan myöntämisen aikaan voimassa olleista rakentamismääräyksistä tai erilaisista rakennushankkeessa noudatetuista ohjeista. Mikäli rakenteiden ominaisuuksia ei voida selvittää asiakirjoista ja mikäli niitä ei selvitetä tai arvioida hankesuunnittelun yhteydessä, käytetään taulukon 1 mukaisia lämmönläpäisykertoimia.

Liite 1: 4(5).

Täysin uusittavien rakennusosien uutena lämmönläpäisykertoimenä voidaan käyttää valmistajan ilmoittamaa luotettavaa arvoa.

Rakenteen uusi lämmönläpäisykerroin voidaan laskea taulukon 1 avulla taikka muilla tavoilla arvioidun alkuperäisen rakenteen lämmönläpäisykertoimesta ottamalla huomioon rakenteesta poistettujen ja siihen lisättyjen materiaalikerrosten ominaisuudet.

Mikäli useampia rakennusosia korjataan yhtä aikaa, voidaan niiden vaatimustenmukaisuus osoittaa tasaus-laskennalla siten, että vertailuarvoina toimivat korjattavien rakennusosien osakohtaiset vaatimukset. Tasauskalkennassa tehdään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 ”Rakennusten energiatehokkuus” kohdan 2.5 mukaisesti niiden rakennusosien osalta, jotka ovat korjauksen kohteena. Kuitenkin niin, että poiketen D3 kohdasta 2.5.4 rakennusosien pinta-aloina käytetään vertailutapauksessa rakennusosien pinta-aloja ennen korjaushanketta ja suunnittelutapauksessa rakennusosien pinta-aloja korjaushankkeen jälkeen. Rakennuksen ja rakennusosien pinta-alojen määrittäminen tehdään edellä mainittujen pinta-aloja laskentaohjeita käyttäen taikka voimassa olevien uudisrakentamisen laskentaohjeiden mukaisesti.

Mikäli vaatimuksenmukaisuus osoitetaan tasauklaskennalla, niin rakennuksen ilmapitävyyden paraneminen voidaan ottaa laskelmassa huomioon. Tällöin ilmanpitävyysmittaus tulee tehdä sekä ennen että jälkeen korjaushankkeen. Mitattuja arvo tulee käyttää tasauklaskennassa.

Liite 1: 5(5).

Taulukko 1. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet, W/m^2K .

	Rakennusluvan vireilletulovuosi								
	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-
Lämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,40	0,35	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17
Maavarainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,17	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35	0,35	0,35	0,29	0,22	0,16	0,16	0,09	0,09
Yläpohja	0,47	0,47	0,35	0,29	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Ovi	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
Ikkuna	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0
Puolilämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,60	0,45	0,40	0,38	0,26	0,26
Maavarainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,36	0,34	0,24	0,24
Ryömintätilainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,30	0,28	0,26	0,26
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Yläpohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Ovi	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,4	1,4
Ikkuna	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	1,8	1,8	1,4	1,4

Lämpökuvausraportti

Hirsilän koulu

Lämpökuvausraportti
2015

(Jatkuu)

SISÄLLYS

1	KOHTEEN YLEISTIEDOT	3
1.1	Kohde ja osoite	3
1.2	Tutkimuksen tavoite	3
1.3	Tutkimuksen suorittaja	3
1.4	Tutkimisajankohta	3
1.5	Kuvaus kohteesta	3
2	LÄHTÖARVOT.....	4
2.1	Mittauskalusto.....	4
2.2	Ulko- ja sisäilman olosuhteet.....	4
2.3	Rakennuksen ilmanvaihto.....	4
2.4	Rakenteet	4
3	RAJA-ARVOT	5
3.1	Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet	5
3.2	Lämpötilaindeksi	5
3.3	Korjausluokat.....	5
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6
	LIITTEET	14
	Liite 1. Pohjakuvat	14

1 KOHTEEN YLEISTIEDOT

Liite 2: 3(14)

1.1 Kohde ja osoite

Kohteen nimi	Hirsilän koulu
Osoite	Harjulantie 15
Postinumero	35320
Postitoimipaikka	Hirsilä

1.2 Tutkimuksen tavoite

Kohteessa esiintyvien mahdollisten ilmastuotojen ja heikon lämmöneristämisen toden-
taminen.

1.3 Tutkimuksen suorittaja

Suorittaja	Iivonen Atte
Osoite	Hautakankaantie 5
Postinumero	35100
Postitoimipaikka	Orivesi as.
Puhelin numero	040 7750584
Sähköposti	atte.iivonen@eng.tamk.fi

1.4 Tutkimisajankohta

22.2.2015

1.5 Kuvaus kohteesta

Vuonna 1937 rakennettu kansakoulu.

2 LÄHTÖARVOT

2.1 Mittauskalusto

Lämpökamera	Flir b50
Paine-ero mittari	Testo 510
Lämpötilamittari	Testo H1

2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet

Sisäilman lämpötila	Mitattu joka huoneesta.
Ulkoilman lämpötila	+1 °C
Tuuli	4 m/s
Säätila	Pilvistä
Paine-ero	-5 Pa

2.3 Rakennuksen ilmanvaihto

Painovoimainen / koneellinen poistoilma.

2.4 Rakenteet

Seinän rakennusmateriaali, tiili.

3 RAJA-ARVOT

Liite 2: 5(14)

3.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet

Asumisterveysohjeen mukaisesti asuintiloissa alin sallittu pintalämpötila tyydyttävällä tasolla on +1 °C, joka vastaa lämpötilaindeksiä 61 %. Tämä vastaa kastepistelämpötilaa, kun sisäilma on +21 °C ja suhteellinen kosteus 50 %. Ohjeen pintalämpötila-arvoja voidaan käyttää sellaisenaan, kun sisäilman lämpötila on normaali +21 °C, ulkoilman lämpötila on -5 °C ja tuulen nopeus on 5-10 m/s, ei kuitenkaan poikkeuksellisen kylmissä tai tuulisissa olosuhteissa. Poikkeaman riskialttiutta kuvataan lämpötilaindeksillä, joka lasketaan sisälämpötilan ja ulkolämpötilan sekä pinnan lämpötilan mitatuista arvoista.

3.2 Lämpötilaindeksi

Lämpötilaindeksi lasketaan seuraavalla kaavalla

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100[\%]$$

TI = lämpötilaindeksi

T_{sp} = Sisäpinnan lämpötila, °C

T_i = sisäilman lämpötila, °C

T_o = ulkoilman lämpötila, °C

3.3 Korjausluokat

Korjausluokkia on 4, jotka määräytyvät seuraavasti:

1 Korjattava. Ilmavuoto tai eristevika, joka ei täytä asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

2 Korjaustarve selvitettävä. Korjaustarve on erikseen selvitettävä, täyttää asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa.

3 Lisätutkimuksia. Täyttää asumisterveysohjeen asettamat hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkistettava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia.

4 Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.

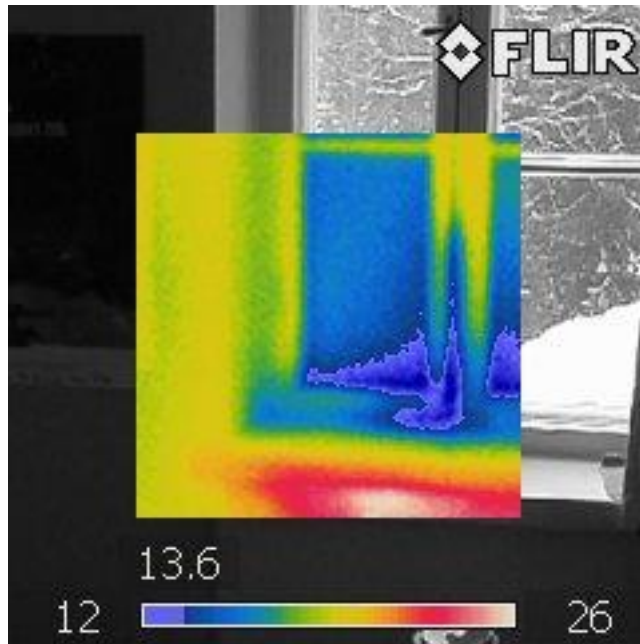
4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Liite 2: 6(14)

Rakennuksen ilmavuodot paikallistuivat pää-asiassa ikkunoihin ja oviin sekä muutamiin kohtiin seinien nurkkaliitoksissa.

KUVA 1

Liite 2: 7(14)

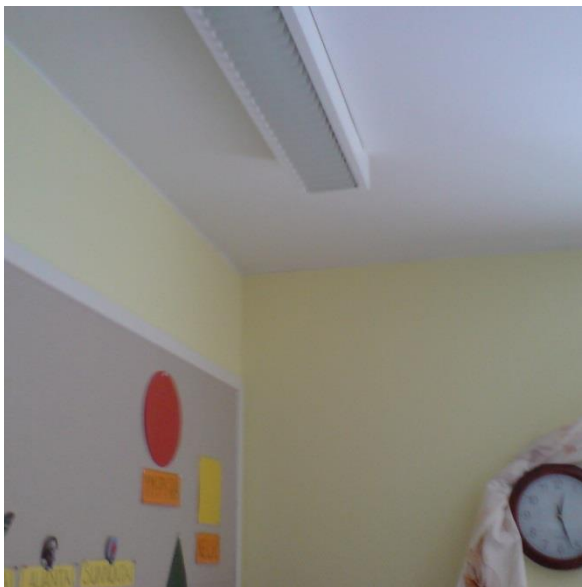
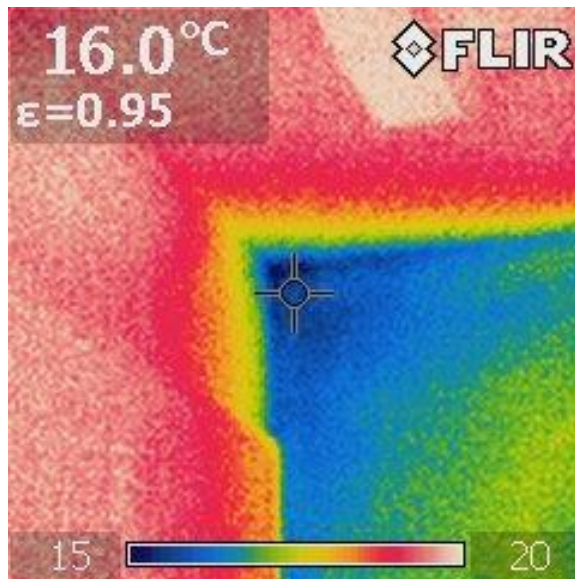


Huone:Leikkihuone		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2 m
Huoneen lämpötila	20 °C	Kosteus%	32 %
Pinnan max.lämpötila	26 °C		
Pinnan min.lämpötila	12 °C		
Mitatun pisteen lämpötila			
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 58			
Korjausluokka: 1			

Huom! Ikkunat vuotivat joka tilassa.

KUVA 2

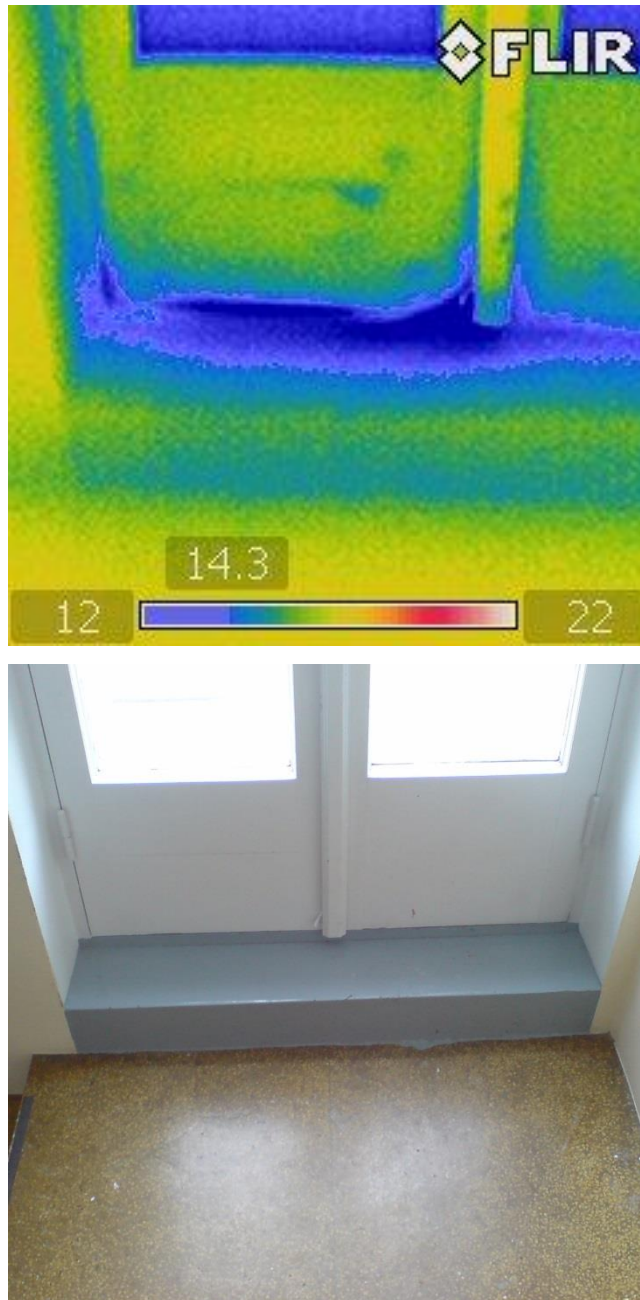
Liite 2: 8(14)



Huone: Iltapäiväkerhon tiloja		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	20 °C	Mittaus etäisyys	3 m
Pinnan max.lämpötila	20 °C	Kosteus%	32 %
Pinnan min.lämpötila	15 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	16 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 78			
Korjausluokka: 4			

KUVA 3

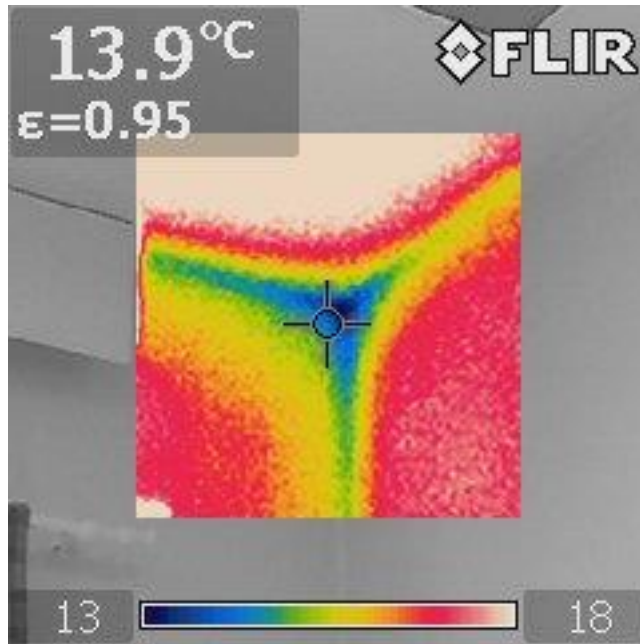
Liite 2: 9(14)



Huone: Käytävä		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2m
Huoneen lämpötila	20 °C	Kosteus%	32 %
Pinnan max.lämpötila	22 °C		
Pinnan min.lämpötila	12 °C		
Mitatun pisteen lämpötila			
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 58			
Korjausluokka: 1			

KUVA 4

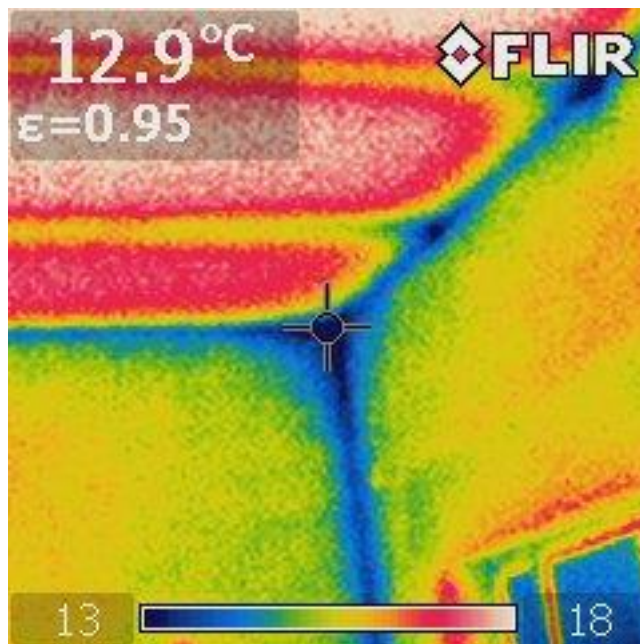
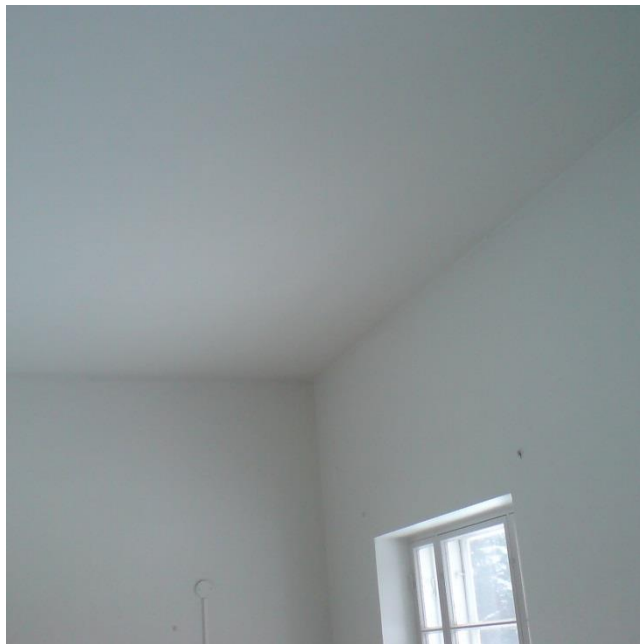
Liite 2: 10(14)



Huone: Opetustila		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	3 m
Huoneen lämpötila	20 °C	Kosteus%	32%
Pinnan max.lämpötila	18 °C		
Pinnan min.lämpötila	13 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	13,9 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 63			
Korjausluokka: 2			

KUVA 5

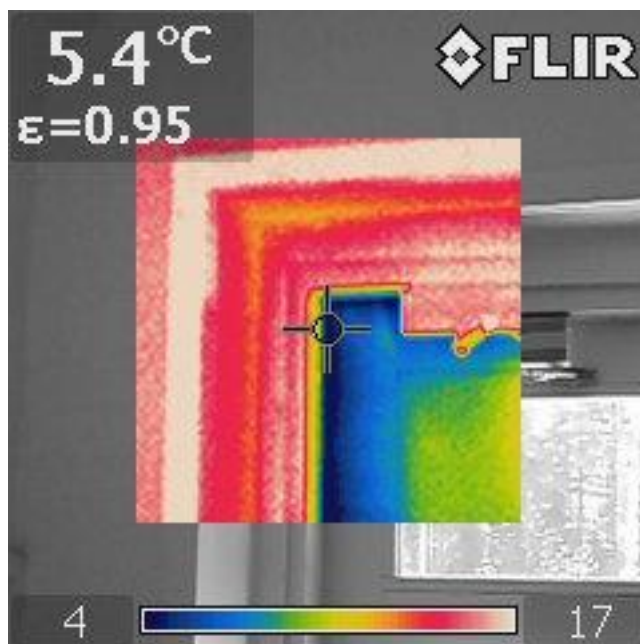
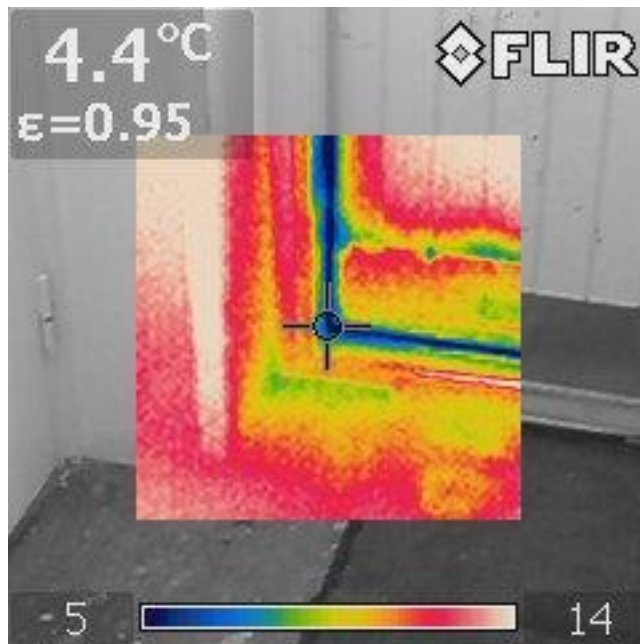
Liite 2: 11(14)



Huone: Portaikko		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	4 m
Huoneen lämpötila	19,8 °C	Kosteus%	32 %
Pinnan max.lämpötila	19 °C		
Pinnan min.lämpötila	13 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	12,9 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 63			
Korjausluokka: 2			

KUVA 6

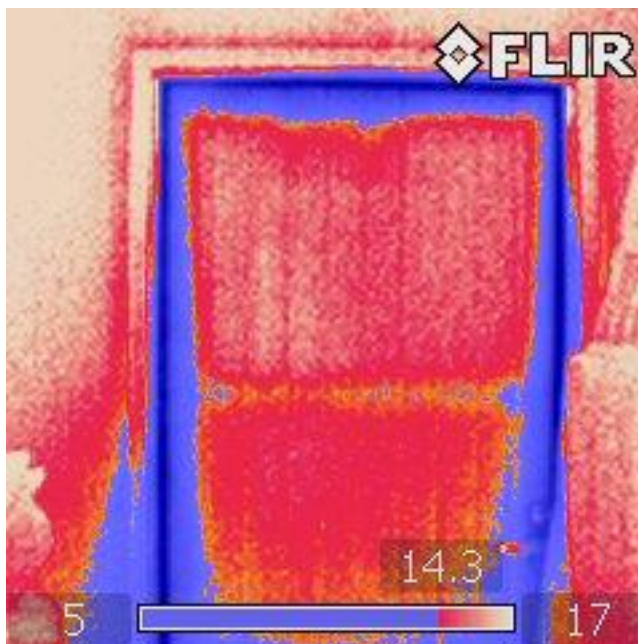
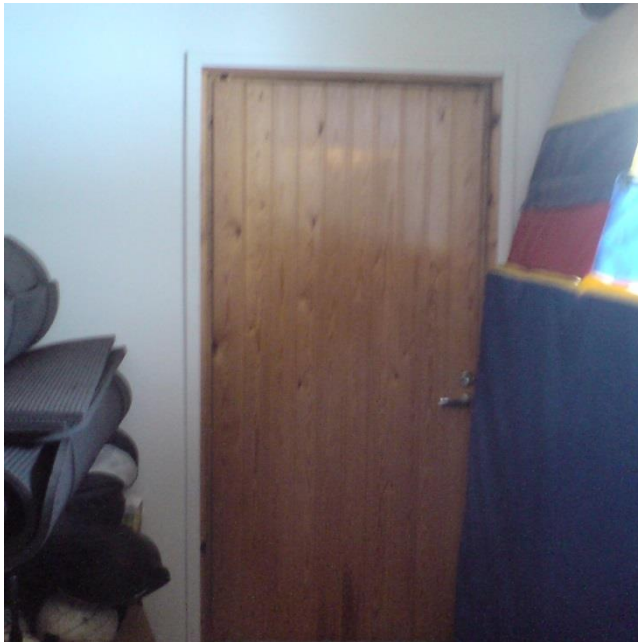
Liite 2: 12(14)



Huone: Eteinen		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	1 m
Huoneen lämpötila	19,2 °C	Kosteus%	32 %
Pinnan max.lämpötila	17 °C		
Pinnan min.lämpötila	4 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	4,4 °C		
Paine-ero	-		
Kohteen lämpötilaindeksi: 19			
Korjausluokka: 1			

KUVA 7

Liite 2: 13(14)

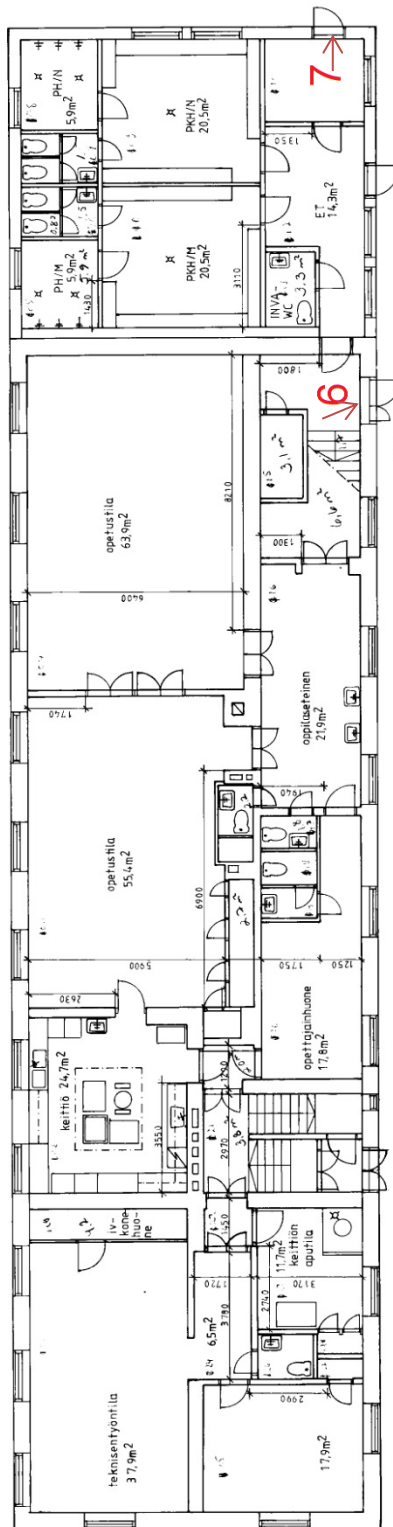


Huone: Varasto		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2 m
Huoneen lämpötila	19 °C	Kosteus%	32%
Pinnan max.lämpötila	17 °C		
Pinnan min.lämpötila	5 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	-		
Paine-ero	-		
Kohteen lämpötilaindeksi: 22			
Korjausluokka: 1			

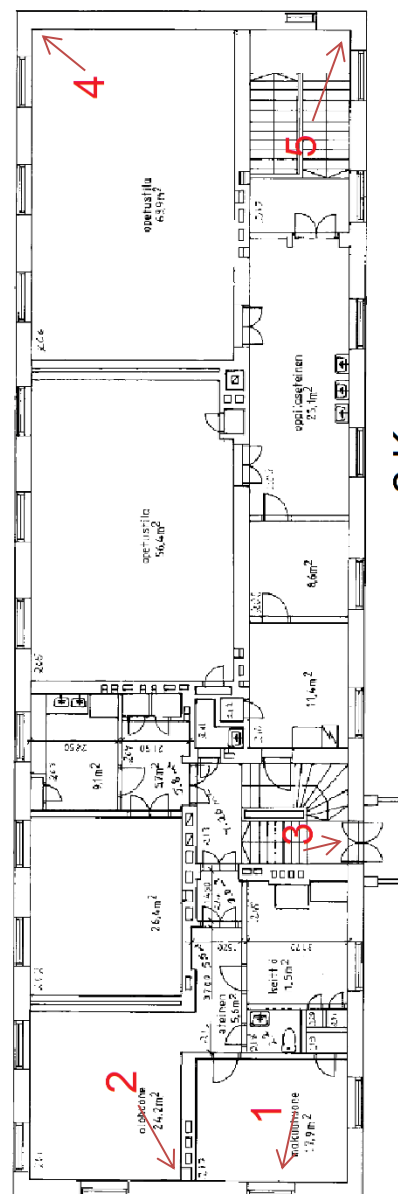
LIIITEET

Liite 2: 14(14)

Liite 1. Pohjakuivat



1.Krs.



2.Krs.

Lämpökuvausraportti

Holman koulu

Lämpökuvausraportti
2015

(jatkuu)

SISÄLLYS

Liite 3: 2(17)

1	KOHTEEN YLEISTIEDOT	3
1.1	Kohde ja osoite	3
1.2	Tutkimuksen tavoite	3
1.3	Tutkimuksen suorittaja	3
1.4	Tutkimisajankohta	3
1.5	Kuvaus kohteesta	3
2	LÄHTÖARVOT.....	4
2.1	Mittauskalusto.....	4
2.2	Ulko- ja sisäilman olosuhteet.....	4
2.3	Rakennuksen ilmanvaihto	4
2.4	Rakenteet	4
3	RAJA-ARVOT	5
3.1	Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet	5
3.2	Lämpötilaindeksi	5
3.3	Korjausluokat.....	5
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6
	LIITTEET	17
	Liite 1. Pohjakuvat	17

1 KOHTEEN YLEISTIEDOT

Liite 3: 3(17)

1.1 Kohde ja osoite

Kohteen nimi	Holman koulu
Osoite	Kasakkamäentie 45
Postinumero	35300
Postitoimipaikka	Orivesi

1.2 Tutkimuksen tavoite

Kohteessa esiintyvien mahdollisten ilmavuotojen ja heikon lämmöneristämisen todentaminen.

1.3 Tutkimuksen suorittaja

Suorittaja	Iivonen Atte
Osoite	Hautakankaantie 5
Postinumero	35100
Postitoimipaikka	Orivesi as.
Puhelin numero	040 7750584
Sähköposti	atte.iivonen@eng.tamk.fi

1.4 Tutkimisajankohta

23.2.2015

1.5 Kuvaus kohteesta

Vuonna 1938 rakennettu kansakoulu.

2 LÄHTÖARVOT

Liite 3: 4(17)

2.1 Mittauskalusto

Lämpökamera	Flir b50
Paine-ero mittari	Testo 510
Lämpötilamittari	Testo H1

2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet

Sisäilman lämpötila	Mitattu joka huoneesta.
Ulkoilman lämpötila	0 °C
Tuuli	2 m/s
Säätila	Puolipilvistä
Paine-ero	-5 Pa

2.3 Rakennuksen ilmanvaihto

Painovoimainen / koneellinen poistoilma.

2.4 Rakenteet

Seinän rakennusmateriaali, hirsi.

3.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet

Asumisterveysohjeen mukaisesti asuintiloissa alin sallittu pintalämpötila tyydyttävällä tasolla on +1 °C, joka vastaa lämpötilaindeksiä 61 %. Tämä vastaa kastepistelämpötilaa, kun sisäilma on +21 °C ja suhteellinen kosteus 50 %. Ohjeen pintalämpötila-arvoja voidaan käyttää sellaisenaan, kun sisäilman lämpötila on normaali +21 °C, ulkoilman lämpötila on -5 °C ja tuulen nopeus on 5-10 m/s, ei kuitenkaan poikkeuksellisen kylmissä tai tuulisissa olosuhteissa. Poikkeaman riskialttiutta kuvataan lämpötilaindeksillä, joka lasketaan sisälämpötilan ja ulkolämpötilan sekä pinnan lämpötilan mitatuista arvoista.

3.2 Lämpötilaindeksi

Lämpötilaindeksi lasketaan seuraavalla kaavalla

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100[\%]$$

TI = lämpötilaindeksi

T_{sp} = Sisäpinnan lämpötila, °C

T_i = sisäilman lämpötila, °C

T_o = ulkoilman lämpötila, °C

3.3 Korjausluokat

Korjausluokkia on 4, jotka määräytyvät seuraavasti:

1 Korjattava. Ilmavuoto tai eristevika, joka ei täytä asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

2 Korjaustarve selvitettävä. Korjaustarve on erikseen selvitettävä, täyttää asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa.

3 Lisätutkimuksia. Täyttää asumisterveysohjeen asettamat hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkistettava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia.

4 Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.

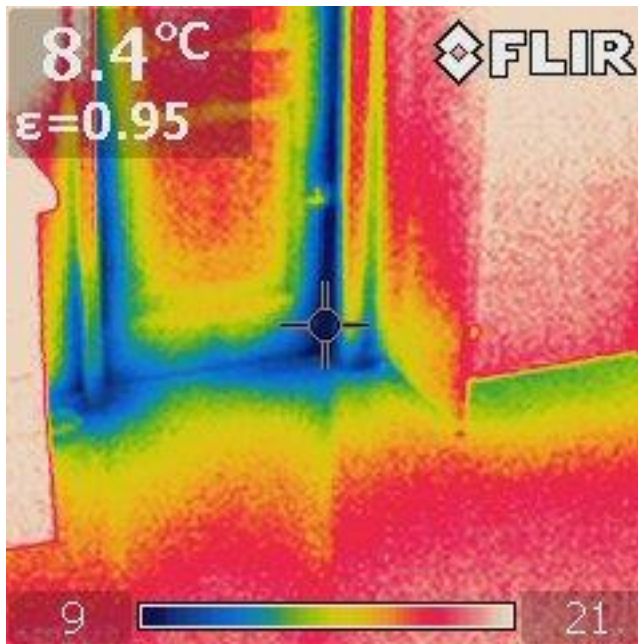
4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Liite 3: 6(17)

Rakennuksen ilmavuodot paikallistuivat pää-asiassa ikkunoihin ja oviin sekä muutamiin kohtiin seinien nurkkaliitoksissa.

KUVA 1

Liite 3: 7(17)

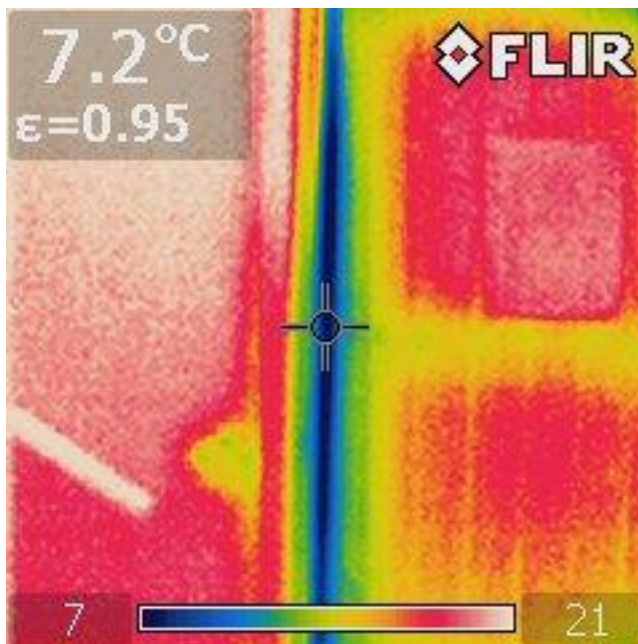


Huone: Toimisto yläkerta		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2 m
Huoneen lämpötila	22,3 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan max.lämpötila	21 °C		
Pinnan min.lämpötila	9 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	8,4 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 38			
Korjausluokka: 1			

Huom! Oven tiivistys.

KUVA 2

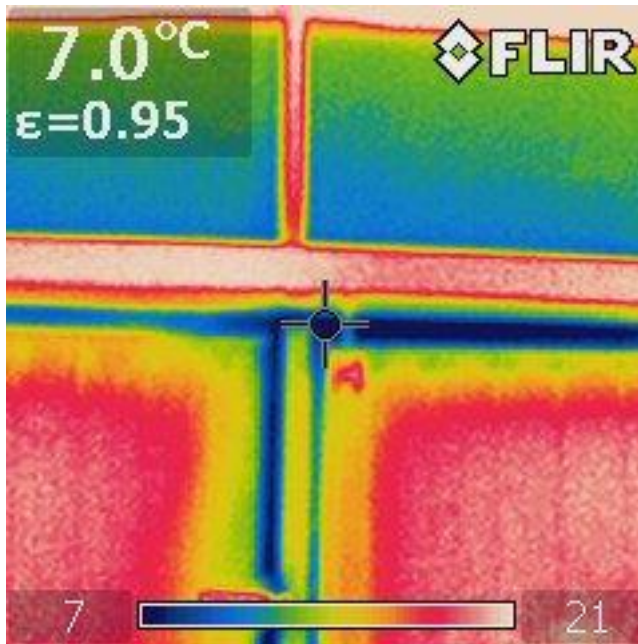
Liite 3: 8(17)



Huone: Rappu		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	22,4 °C	Mittaus etäisyys	3 m
Pinnan max.lämpötila	21 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan min.lämpötila	7 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	7,2 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 32			
Korjausluokka: 1			

KUVA 3

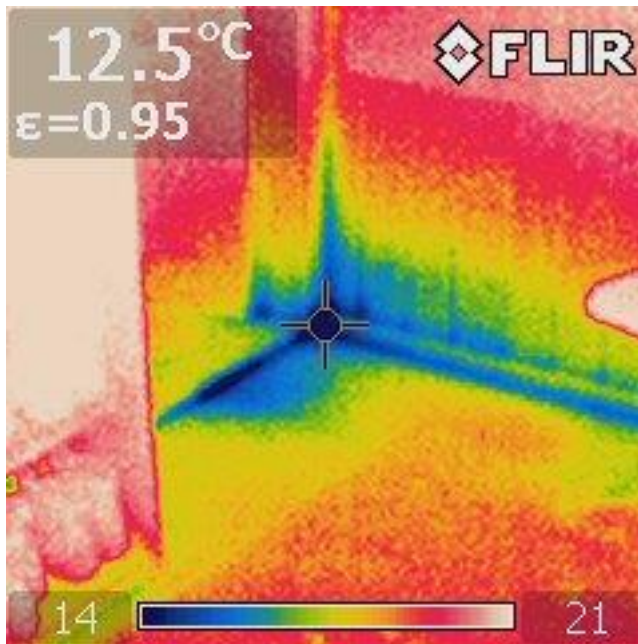
Liite 3: 9(17)



Huone: Eteinen		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2m
Huoneen lämpötila	21 °C	Kosteus%	32 %
Pinnan max.lämpötila	21 °C		
Pinnan min.lämpötila	7 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	7 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 33			
Korjausluokka: 1			

KUVA 4

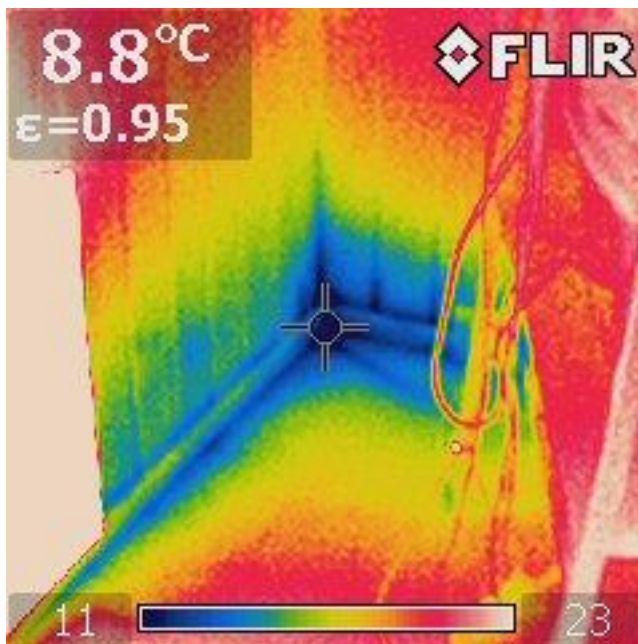
Liite 3: 10(17)



Huone: Opetustila 0-2 lk		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	3 m
Huoneen lämpötila	22,4 °C	Kosteus%	29%
Pinnan max.lämpötila	21 °C		
Pinnan min.lämpötila	14 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	12,5 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 56			
Korjausluokka: 1			

KUVA 5

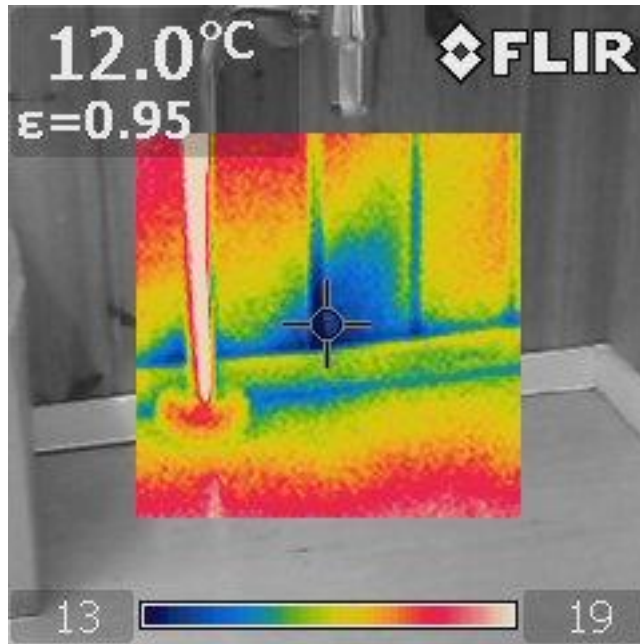
Liite 3: 11(17)



Huone: Leikkihuone		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	21,8 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	23 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan min.lämpötila	11 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	8,8 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 40			
Korjausluokka: 1			

KUVA 6

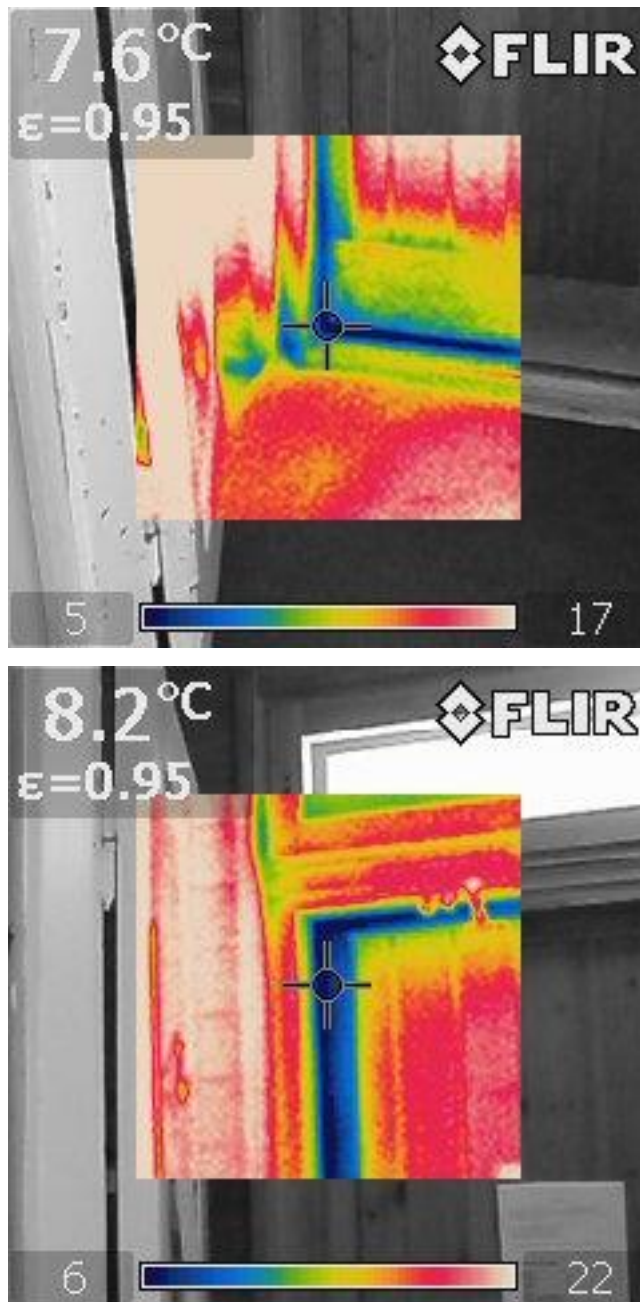
Liite 3: 12(17)



Huone: Leikkihuone		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	21,8 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	19 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan min.lämpötila	13 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	12 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 55			
Korjausluokka: 1			

KUVA 7

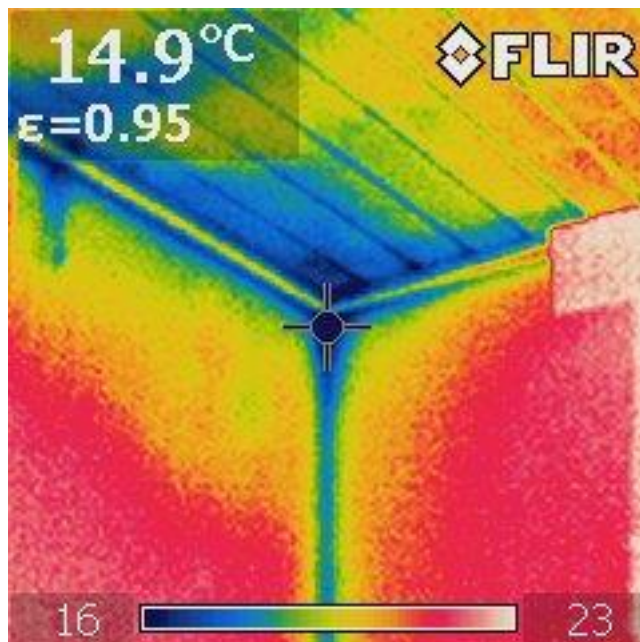
Liite 3: 13(17)



Huone: Eteinen		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2 m
Huoneen lämpötila	23,7 °C	Kosteus%	32%
Pinnan max.lämpötila	17 °C		
Pinnan min.lämpötila	5 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	7,6 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 32			
Korjausluokka: 1			

KUVA 8

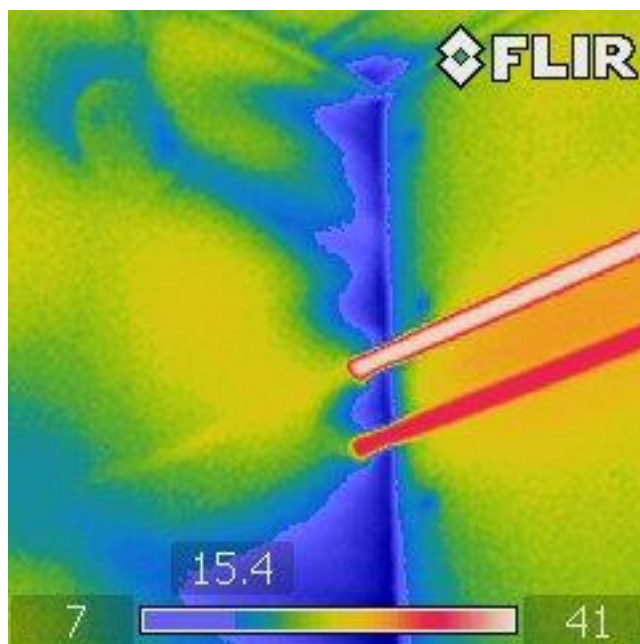
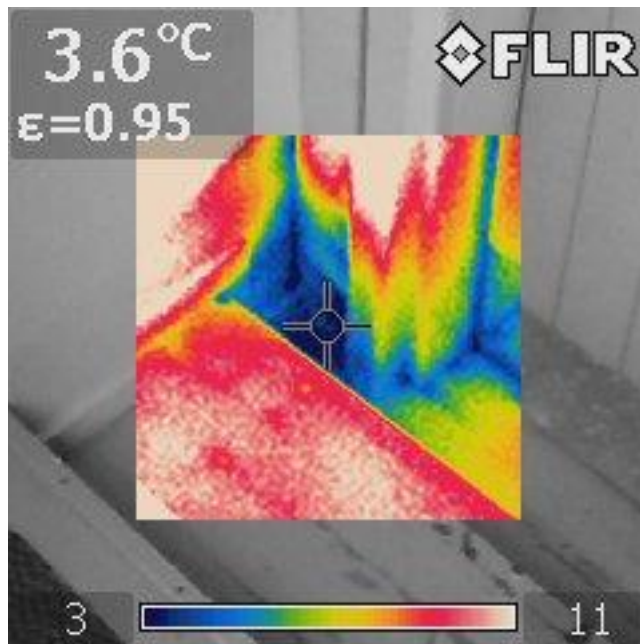
Liite 3: 14(17)



Huone: Eteinen		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	23,7 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	23 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan min.lämpötila	16 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	14,9 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 62			
Korjausluokka: 2			

KUVA 9

Liite 3: 15(17)

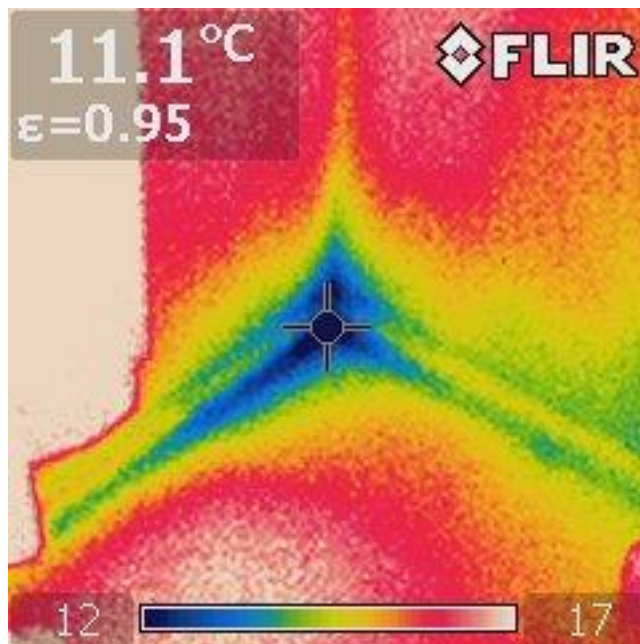
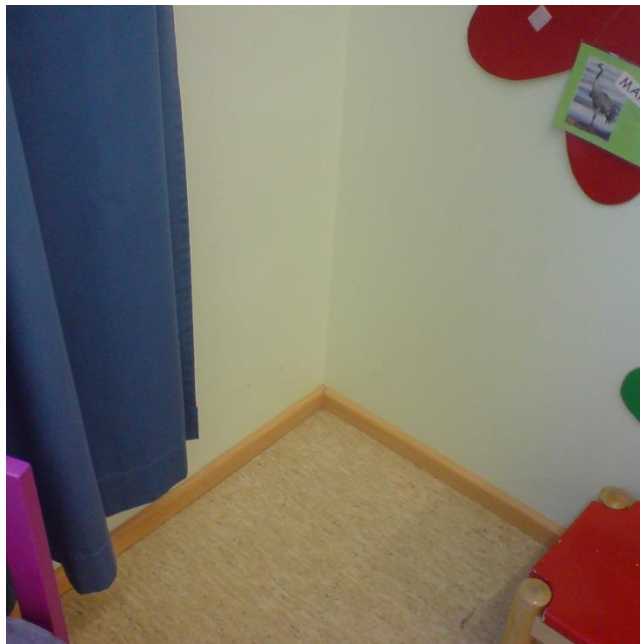


Huone: Keittiön eteinen		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	19 °C	Mittaus etäisyys	1 m
Pinnan max.lämpötila	11 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan min.lämpötila	3 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	3,6 °C		
Paine-ero	-		
Kohteen lämpötilaindeksi: 18			
Korjausluokka: 1			

Huom! Koko keittiönpuoleinen pääty oli kylmä.

KUVA 10

Liite 3: 16(17)

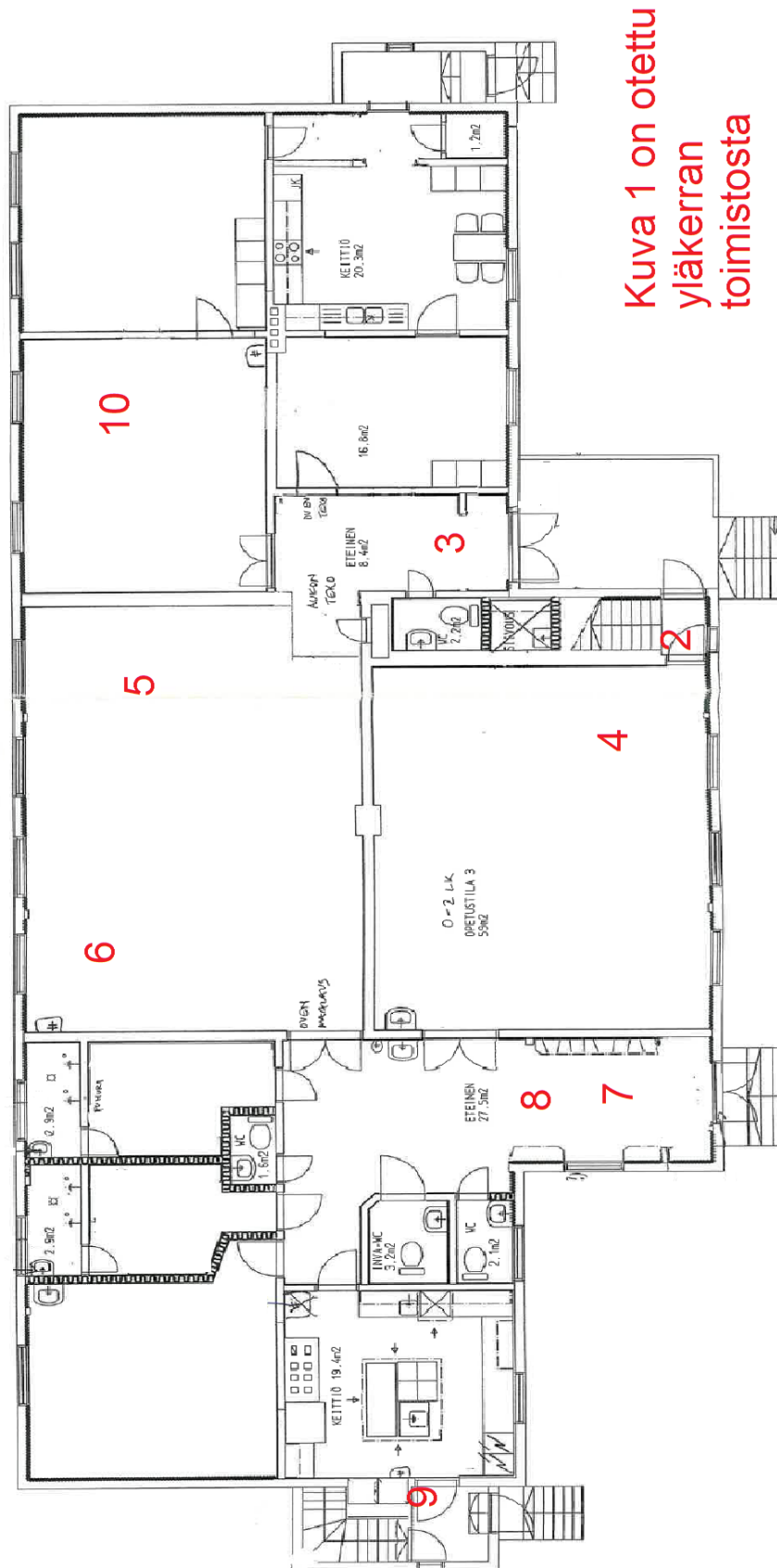


Huone: Nukkumahuone		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2 m
Huoneen lämpötila	20,4 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan max.lämpötila	17 °C		
Pinnan min.lämpötila	12 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	11,1 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 52			
Korjausluokka: 1			

LIITTEET

Liite 3: 17(17)

Liite 1. Pohjakuva



Kuva 1 on otettu
yläkerran
toimistosta

Lämpökuvausraportti

Karpinlahden koulu

Lämpökuvausraportti
2015

(Jatkuu)

SISÄLLYS

Liite 4: 2(17)

1	KOHTeen YLEISTIEDOT	3
1.1	Kohde ja osoite	3
1.2	Tutkimuksen tavoite	3
1.3	Tutkimuksen suorittaja	3
1.4	Tutkimisajankohta	3
1.5	Kuvaus kohteesta	3
2	LÄHTÖARVOT	4
2.1	Mittauskalusto	4
2.2	Ulko- ja sisäilman olosuhteet	4
2.3	Rakennuksen ilmanvaihto	4
2.4	Rakenteet	4
3	RAJA-ARVOT	5
3.1	Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet	5
3.2	Lämpötilaindeksi	5
3.3	Korjausluokat	5
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6
	LIITTEET	15
	Liite 1. Pohjakerros	15
	Liite 2. 1 Krs	16
	Liite 3. 2 Krs	17

1 KOHTEEN YLEISTIEDOT

Liite 4: 3(17)

Kohde ja osoite

Kohteen nimi	Karpinlahden koulu
Osoite	Orivedentie 654
Postinumero	35100
Postitoimipaikka	Orivesi

1.2 Tutkimuksen tavoite

Kohteessa esiintyvien mahdollisten ilmapuotojen ja heikon lämmöneristämisen todentaminen.

1.3 Tutkimuksen suorittaja

Suorittaja	Iivonen Atte
Osoite	Hautakankaantie 5
Postinumero	35100
Postitoimipaikka	Orivesi as.
Puhelin numero	040 7750584
Sähköposti	atte.iivonen@eng.tamk.fi

1.4 Tutkimisajankohta

23.2.2015

1.5 Kuvaus kohteesta

Vuonna 1958 rakennettu kansakoulu.

2 LÄHTÖARVOT

Liite 4: 4(17)

2.1 Mittauskalusto

Lämpökamera	Flir b50
Paine-ero mittari	Testo 510
Lämpötilamittari	Testo H1

2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet

Sisäilman lämpötila	Mitattu joka huoneesta.
Ulkoilman lämpötila	+1,5 °C
Tuuli	2 m/s
Säätila	Puolipilvistä
Paine-ero	-5 Pa

2.3 Rakennuksen ilmanvaihto

Painovoimainen / koneellinen poistoilma.

2.4 Rakenteet

Seinän rakennusmateriaali, tiili.

3.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet

Asumisterveysohjeen mukaisesti asuintiloissa alin sallittu pintalämpötila tyydyttävällä tasolla on +1 °C, joka vastaa lämpötilaindeksiä 61 %. Tämä vastaa kastepistelämpötilaa, kun sisäilma on +21 °C ja suhteellinen kosteus 50 %. Ohjeen pintalämpötila-arvoja voidaan käyttää sellaisenaan, kun sisäilman lämpötila on normaali +21 °C, ulkoilman lämpötila on -5 °C ja tuulen nopeus on 5-10 m/s, ei kuitenkaan poikkeuksellisen kylmissä tai tuulisissa olosuhteissa. Poikkeaman riskialttiutta kuvataan lämpötilaindeksillä, joka lasketaan sisälämpötilan ja ulkolämpötilan sekä pinnan lämpötilan mitatuista arvoista.

3.2 Lämpötilaindeksi

Lämpötilaindeksi lasketaan seuraavalla kaavalla

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 [\%]$$

TI = lämpötilaindeksi

T_{sp} = Sisäpinnan lämpötila, °C

T_i = sisäilman lämpötila, °C

T_o = ulkoilman lämpötila, °C

3.3 Korjausluokat

Korjausluokkia on 4, jotka määräytyvät seuraavasti:

1 Korjattava. Ilmavuoto tai eristevika, joka ei täytä asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

2 Korjaustarve selvitettävä. Korjaustarve on erikseen selvitettävä, täyttää asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa.

3 Lisätutkimuksia. Täyttää asumisterveysohjeen asettamat hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkistettava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia.

4 Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.

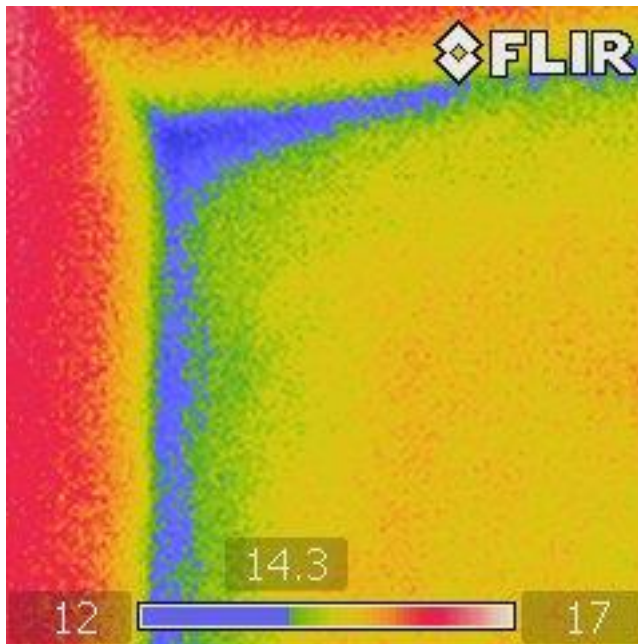
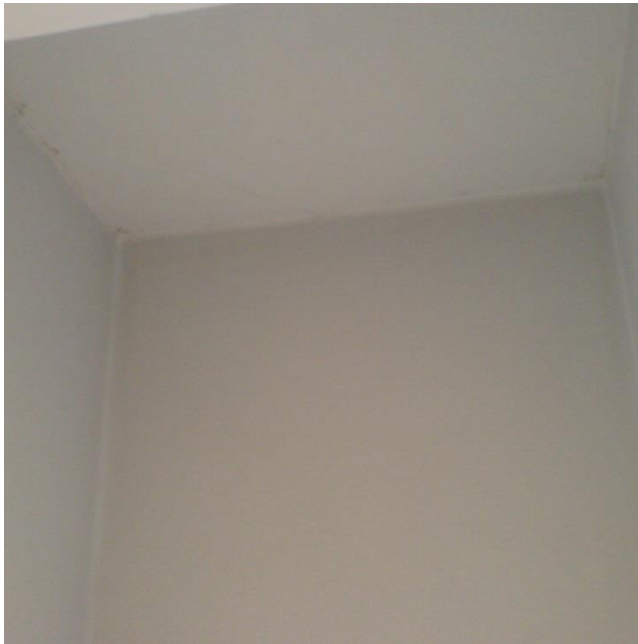
4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Liite 4: 6(17)

Rakennuksen ilmavuodot paikallistuivat pää-asiassa ikkunoihin ja oviin sekä muutamiin kohtiin seinien nurkkaliitoksissa, sekä korvausilmaventtiileihin. Huomiota kiinnitti erityisesti huonelämpötilojen alhaisuus. Juurikaan missään tilassa ei päästy yli +20 °C. Seinäpintojen lämpötilat olivat yleisesti 16-18 °C

KUVA 1

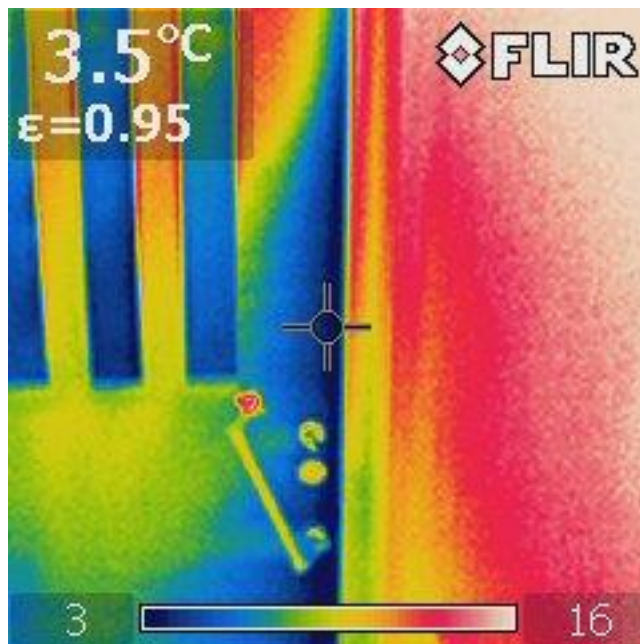
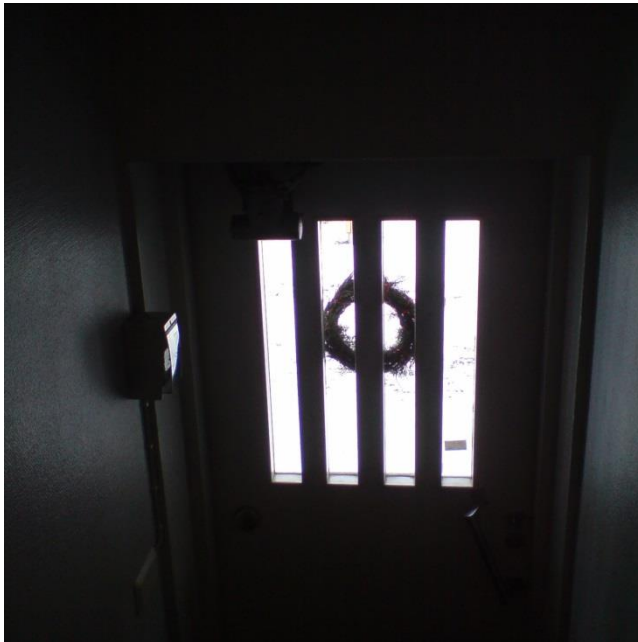
Liite 4: 7(17)



Huone: Sisääntulo pohja- kerros.		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	21 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	17 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan min.lämpötila	12 °C		
Mitatun pisteen lämpötila			
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 53			
Korjausluokka: 1			

KUVA 2

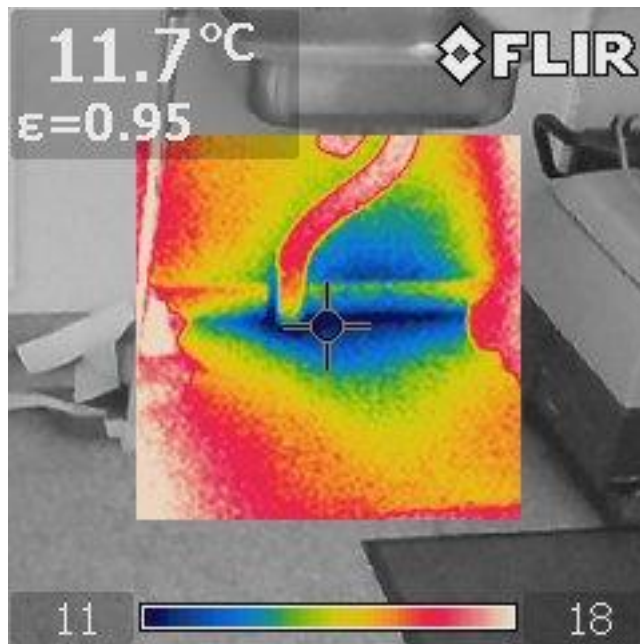
Liite 4: 8(17)



Huone: Rappu		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2 m
Huoneen lämpötila	21 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan max.lämpötila	16 °C		
Pinnan min.lämpötila	3 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	3,5 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 10			
Korjausluokka: 1			

KUVA 3

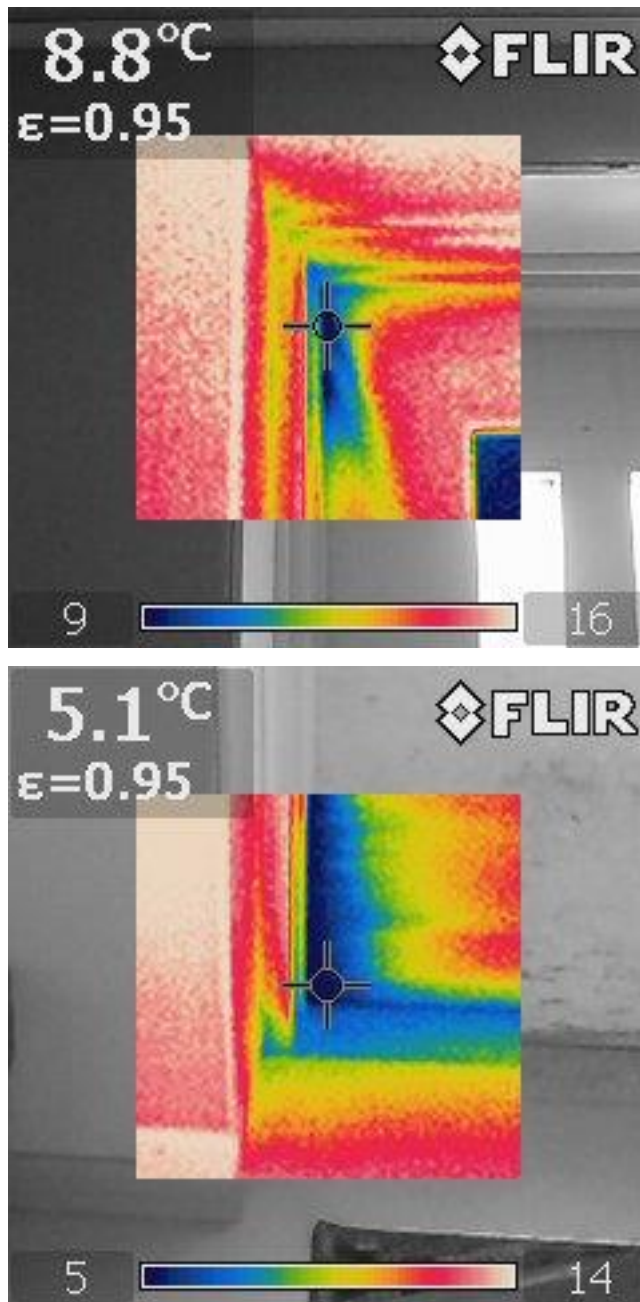
Liite 4: 9(17)



Huone: Alakerran käytävä		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	19,2 °C	Mittaus etäisyys	2m
Pinnan max.lämpötila	18 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan min.lämpötila	11 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	11,7 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 58			
Korjausluokka: 1			

KUVA 4

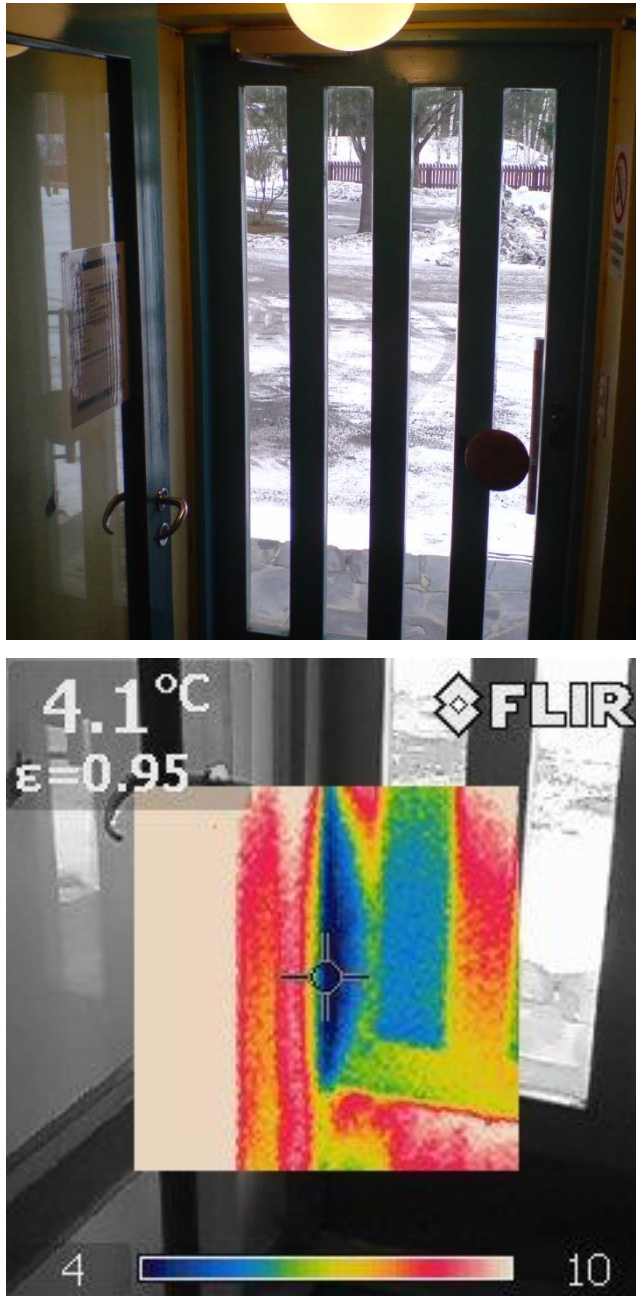
Liite 4: 10(17)



Huone: Pukuhuoneen ovi		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	1 m
Huoneen lämpötila	18 °C	Kosteus%	29%
Pinnan max.lämpötila	14-16 °C		
Pinnan min.lämpötila	5 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	5,1-8,8 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: n.21			
Korjausluokka: 1			

KUVA 5

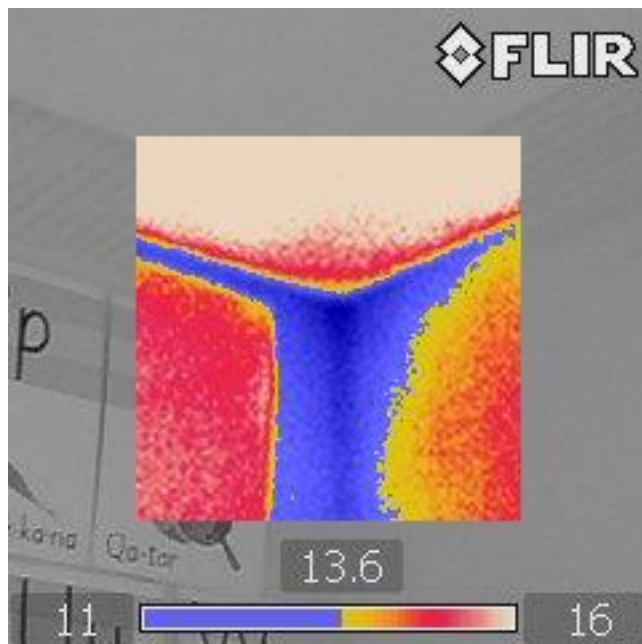
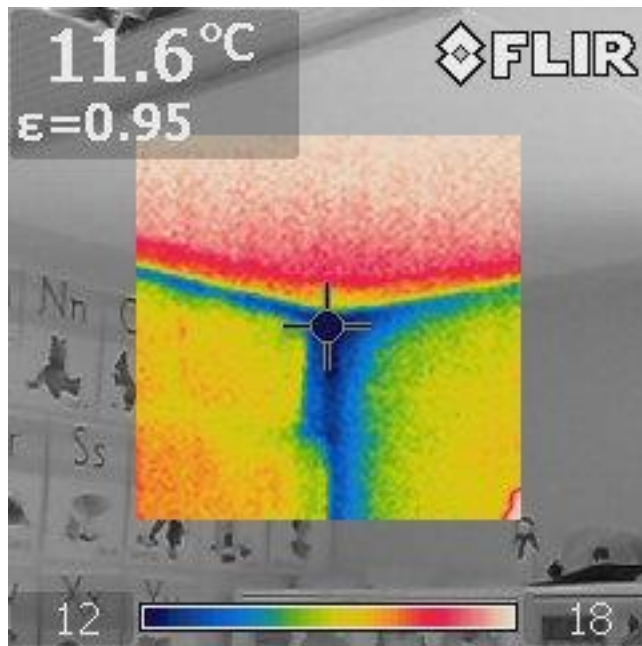
Liite 4: 11(17)



Huone: Tuulikaappi		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	17,1 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	10 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan min.lämpötila	4 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	4,1 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 16			
Korjausluokka: 1			

KUVA 6

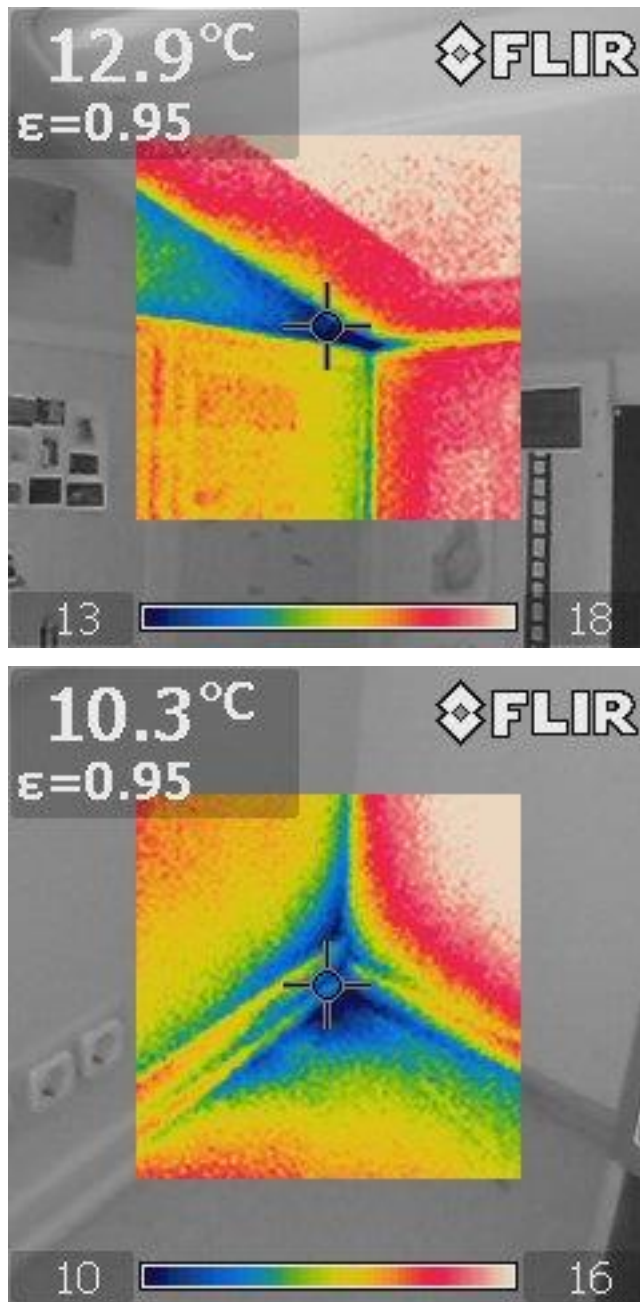
Liite 4: 12(17)



Huone: 1.krs kangasalan puoleinen pääty.		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	18,5 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	16-18 °C	Kosteus%	29 %
Pinnan min.lämpötila	11 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	11,6 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 59			
Korjausluokka: 1			

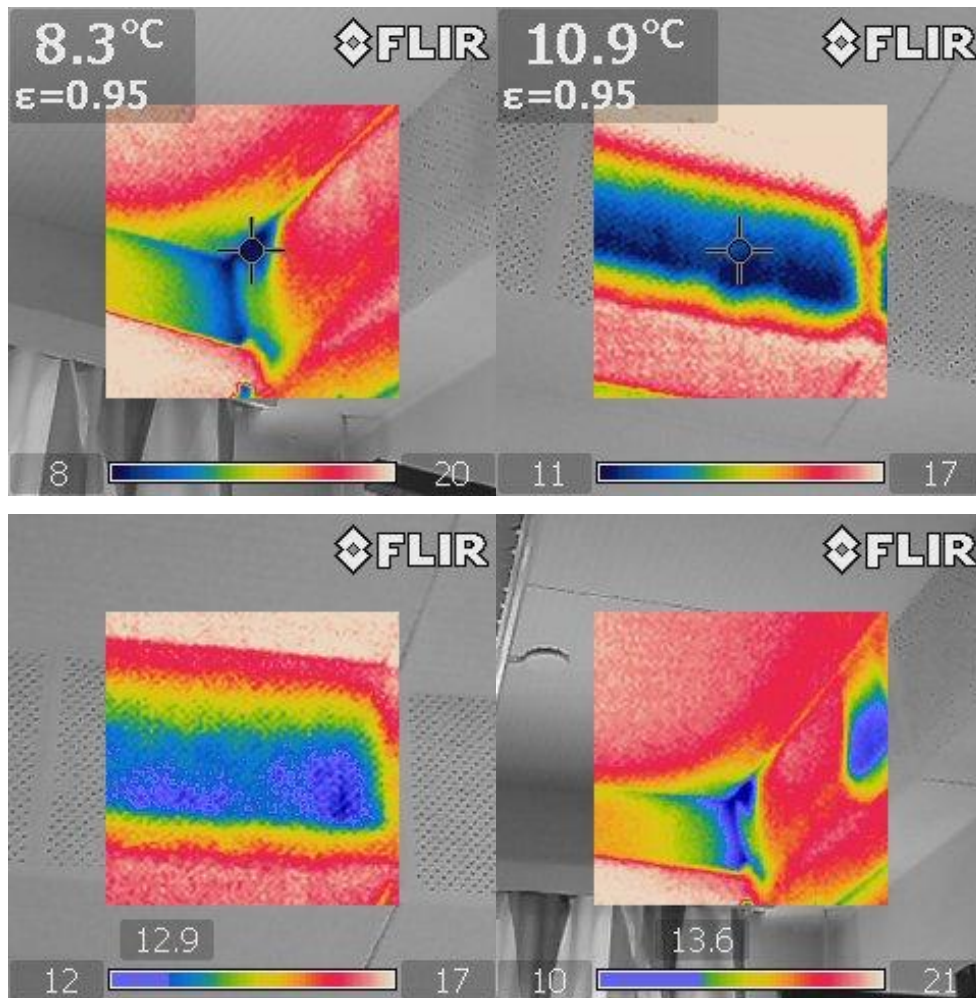
KUVA 7

Liite 4: 13(17)



Huone: 2 krs. Esikoulu		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	18,8 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	16-18 °C	Kosteus%	32%
Pinnan min.lämpötila	10 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	10,3 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 50			
Korjausluokka: 1			

Liite 4: 14(17)



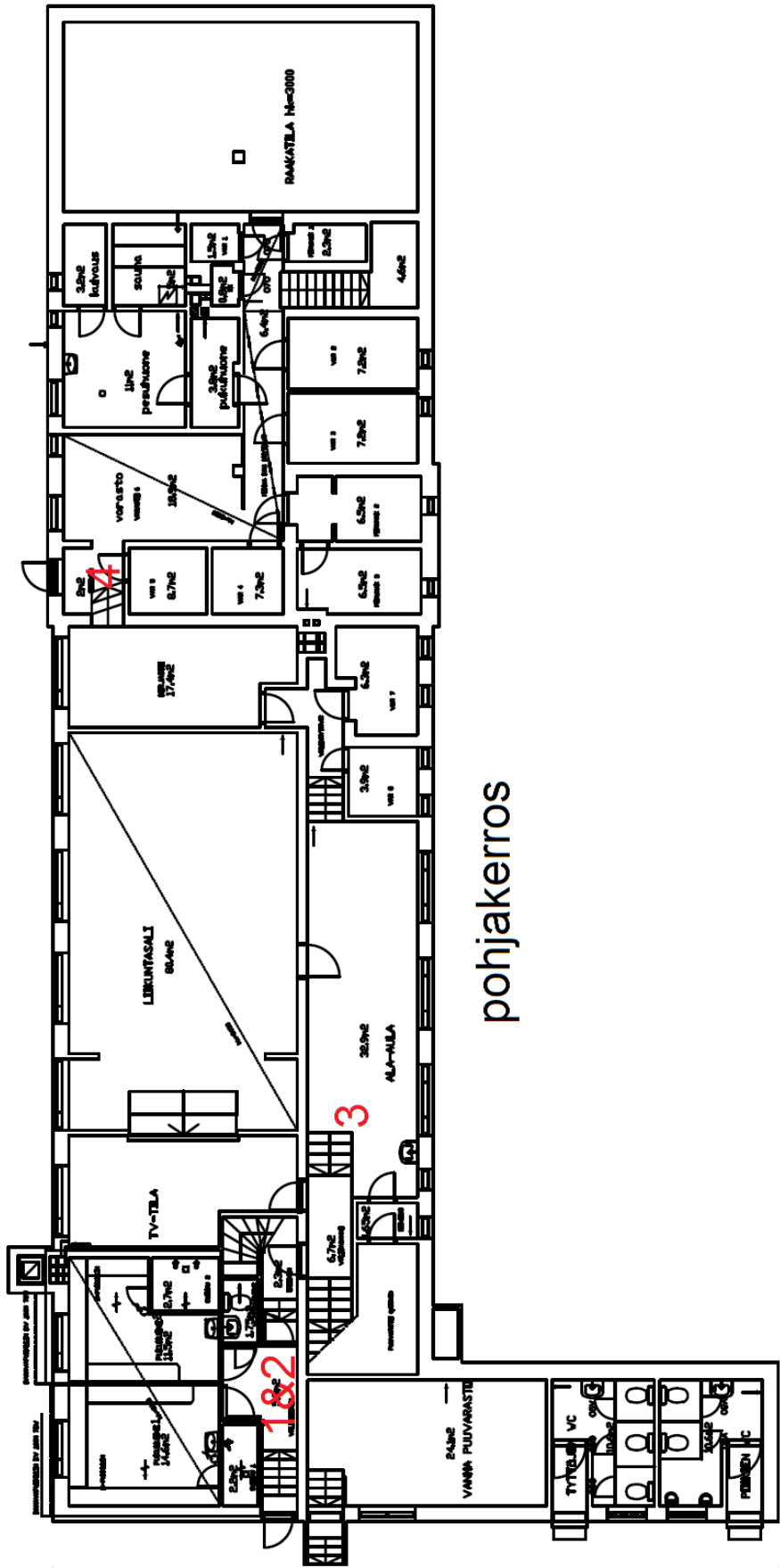
KUVA 9, 10, 11.

Erityistä huomiota kohteessa herättivät kolmessa luokassa olevat ”korvausilmakotelot”, joista puhalsi tiloihin todella kylmää ilmaa.

LIITTEET

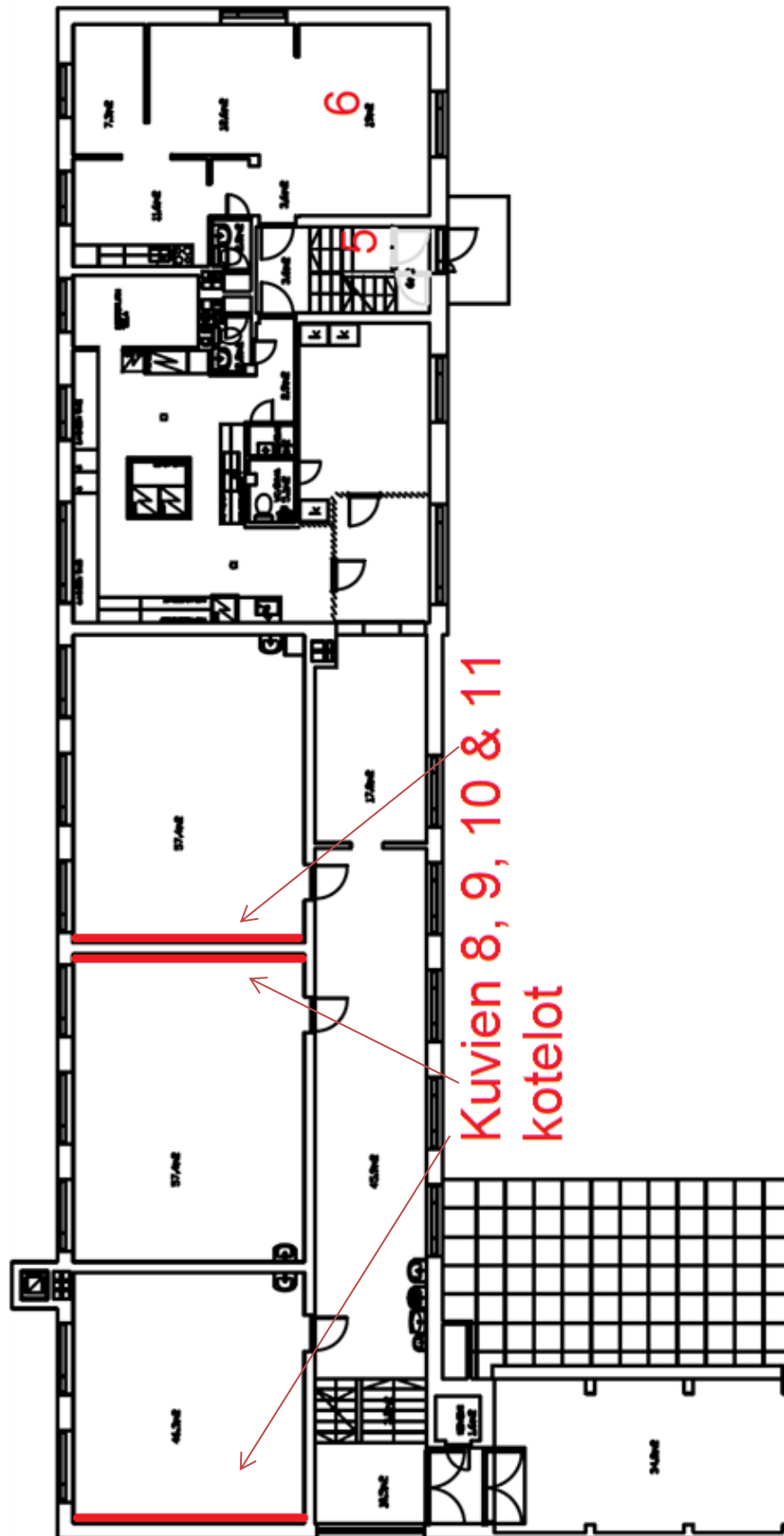
Liite 4: 15(17)

Liite 1. Pohjakerros



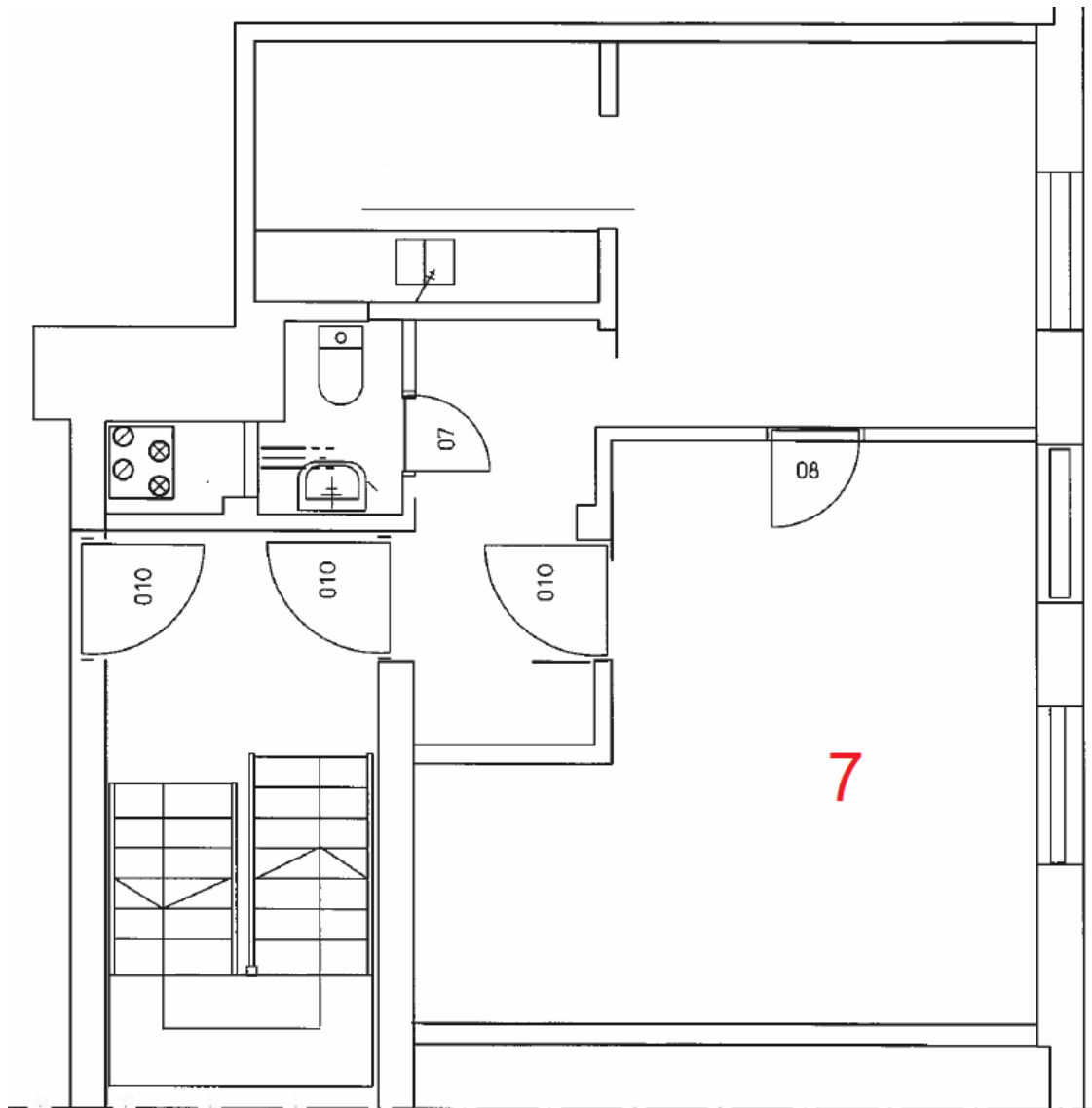
Liite 2. 1 Krs.

Liite 4: 16(17)



Liite 3. 2 Krs.

Liite 4: 17(17)



Lämpökuvausraportti

Tekninen varikko

SISÄLLYS

Liite 5: 2(6)

1	KOHTEEN YLEISTIEDOT	3
1.1	Kohde ja osoite	3
1.2	Tutkimuksen tavoite	3
1.3	Tutkimuksen suorittaja	3
1.4	Tutkimisajankohta	3
1.5	Kuvaus kohteesta	3
2	LÄHTÖARVOT	4
2.1	Mittauskalusto	4
2.2	Ulko- ja sisäilman olosuhteet	4
2.3	Rakennuksen ilmanvaihto	4
2.4	Rakenteet	4
3	RAJA-ARVOT	5
3.1	Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet	5
3.2	Lämpötilaindeksi	5
3.3	Korjausluokat	5
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6

1 KOHTEEN YLEISTIEDOT

Liite 5: 3(6)

Kohde ja osoite

Kohteen nimi	Tekninen varikko
Osoite	Lenkkitie 2-4
Postinumero	35300
Postitoimipaikka	Orivesi

1.2 Tutkimuksen tavoite

Kohteessa esiintyvien mahdollisten ilmapuotojen ja heikon lämmöneristämisen todentaminen.

1.3 Tutkimuksen suorittaja

Suorittaja	Iivonen Atte
Osoite	Hautakankaantie 5
Postinumero	35100
Postitoimipaikka	Orivesi as.
Puhelin numero	040 7750584
Sähköposti	atte.iivonen@eng.tamk.fi

1.4 Tutkimisajankohta

26.2.2015

1.5 Kuvaus kohteesta

Vuonna 1991 rakennettu hallimainen rakennus, jossa sijaitsee Oriveden kaupungin varasto ja teknistä tilaa.

2 LÄHTÖARVOT

Liite 5: 4(6)

2.1 Mittauskalusto

Lämpökamera	Flir b50
Paine-ero mittari	Testo 510
Lämpötilamittari	Testo H1

2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet

Sisäilman lämpötila	Mitattu joka huoneesta.
Ulkoilman lämpötila	+3 °C
Tuuli	2 m/s
Säätila	Pilvistä
Paine-ero	-5 Pa

2.3 Rakennuksen ilmanvaihto

Koneellinen poistoilma

2.4 Rakenteet

Seinän rakennusmateriaali, puurunko ja peltiprofiili.

3.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet

Asumisterveysohjeen mukaisesti asuintiloissa alin sallittu pintalämpötila tyydyttävällä tasolla on +1 °C, joka vastaa lämpötilaindeksiä 61 %. Tämä vastaa kastepistelämpötilaa, kun sisäilma on +21 °C ja suhteellinen kosteus 50 %. Ohjeen pintalämpötila-arvoja voidaan käyttää sellaisenaan, kun sisäilman lämpötila on normaali +21 °C, ulkoilman lämpötila on -5 °C ja tuulen nopeus on 5-10 m/s, ei kuitenkaan poikkeuksellisen kylmissä tai tuulisissa olosuhteissa. Poikkeaman riskialttiutta kuvataan lämpötilaindeksillä, joka lasketaan sisälämpötilan ja ulkolämpötilan sekä pinnan lämpötilan mitatuista arvoista.

3.2 Lämpötilaindeksi

Lämpötilaindeksi lasketaan seuraavalla kaavalla

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100[\%]$$

TI = lämpötilaindeksi

T_{sp} = Sisäpinnan lämpötila, °C

T_i = sisäilman lämpötila, °C

T_o = ulkoilman lämpötila, °C

3.3 Korjausluokat

Korjausluokkia on 4, jotka määräytyvät seuraavasti:

1 Korjattava. Ilmavuoto tai eristevika, joka ei täytä asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

2 Korjaustarve selvitettävä. Korjaustarve on erikseen selvitettävä, täyttää asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa.

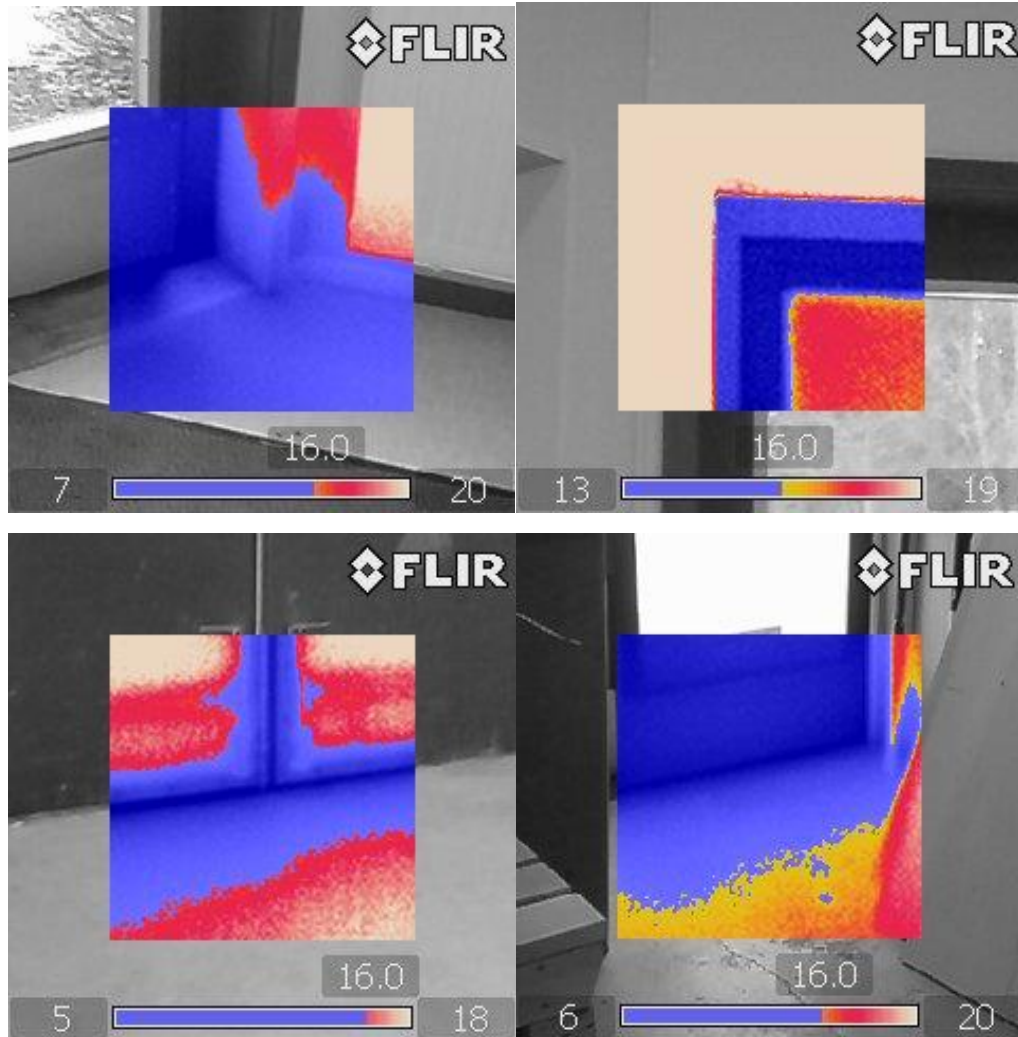
3 Lisätutkimuksia. Täyttää asumisterveysohjeen asettamat hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkistettava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia.

4 Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.

4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Liite 5: 6(6)

Rakennuksen ilmavuodot paikallistuivat pää-asiaassa oviin ja kun kysymyksessä on teräsrunkoisia sekä hallinovia, ei toimenpiteisiin juurikaan ole tarvetta.



KUVAT 1,2,3,4

Esimerkkejä ilmavuodoista.

Lämpökuvausraportti

Kiikanmäen vuokratalo

Lämpökuvausraportti
2015

(Jatkuu)

SISÄLLYS

Liite 6: 2(20)

1	KOHTEEN YLEISTIEDOT	3
1.1	Kohde ja osoite	3
1.2	Tutkimuksen tavoite	3
1.3	Tutkimuksen suorittaja	3
1.4	Tutkimisajankohta	3
1.5	Kuvaus kohteesta	3
2	LÄHTÖARVOT	4
2.1	Mittauskalusto	4
2.2	Ulko- ja sisäilman olosuhteet	4
2.3	Rakennuksen ilmanvaihto	4
2.4	Rakenteet	4
3	RAJA-ARVOT	5
3.1	Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet	5
3.2	Lämpötilaindeksi	5
3.3	Korjausluokat	5
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6
	LIITTEET	20
	Liite 1. Asunnot 1, 2 ja 3	20
	Liite 2. Asunnot 4-7	21

1 KOHTEEN YLEISTIEDOT

Liite 6: 3(20)

Kohde ja osoite

Kohteen nimi	Kiikanmäen vuokratalo
Osoite	Pihkapolku 2
Postinumero	35300
Postitoimipaikka	Orivesi

1.2 Tutkimuksen tavoite

Kohteessa esiintyvien mahdollisten ilmapuotojen ja heikon lämmöneristämisen todentaminen.

1.3 Tutkimuksen suorittaja

Suorittaja	Iivonen Atte
Osoite	Hautakankaantie 5
Postinumero	35100
Postitoimipaikka	Orivesi as.
Puhelin numero	040 7750584
Sähköposti	atte.iivonen@eng.tamk.fi

1.4 Tutkimisajankohta

24.2.2015-25.2.2015

1.5 Kuvaus kohteesta

Vuonna 1978 rakennettu vuokratalo.

2 LÄHTÖARVOT

Liite 6: 4(20)

2.1 Mittauskalusto

Lämpökamera	Flir b50
Paine-ero mittari	Testo 510
Lämpötilamittari	Testo H1

2.2 Ulko- ja sisäilman olosuhteet

Sisäilman lämpötila	Mitattu joka huoneesta.
Ulkoilman lämpötila	+2 °C
Tuuli	3 m/s
Säättila	Pilvistä
Paine-ero	-5 Pa

2.3 Rakennuksen ilmanvaihto

Koneellinen poistoilma.

2.4 Rakenteet

Seinän rakennusmateriaali, puu/tiili.

3.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet

Asumisterveysohjeen mukaisesti asuintiloissa alin sallittu pintalämpötila tyydyttävällä tasolla on +1 °C, joka vastaa lämpötilaindeksiä 61 %. Tämä vastaa kastepistelämpötilaa, kun sisäilma on +21 °C ja suhteellinen kosteus 50 %. Ohjeen pintalämpötila-arvoja voidaan käyttää sellaisenaan, kun sisäilman lämpötila on normaali +21 °C, ulkoilman lämpötila on -5 °C ja tuulen nopeus on 5-10 m/s, ei kuitenkaan poikkeuksellisen kylmissä tai tuulisissa olosuhteissa. Poikkeaman riskialttiutta kuvataan lämpötilaindeksillä, joka lasketaan sisälämpötilan ja ulkolämpötilan sekä pinnan lämpötilan mitatuista arvoista.

3.2 Lämpötilaindeksi

Lämpötilaindeksi lasketaan seuraavalla kaavalla

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 [\%]$$

TI = lämpötilaindeksi

T_{sp} = Sisäpinnan lämpötila, °C

T_i = sisäilman lämpötila, °C

T_o = ulkoilman lämpötila, °C

3.3 Korjausluokat

Korjausluokkia on 4, jotka määräytyvät seuraavasti:

1 Korjattava. Ilmavuoto tai eristevika, joka ei täytä asumisterveysohjeen välttävää tasoa. Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa.

2 Korjaustarve selvitettävä. Korjaustarve on erikseen selvitettävä, täyttää asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei hyvää tasoa.

3 Lisätutkimuksia. Täyttää asumisterveysohjeen asettamat hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkistettava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia.

4 Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.

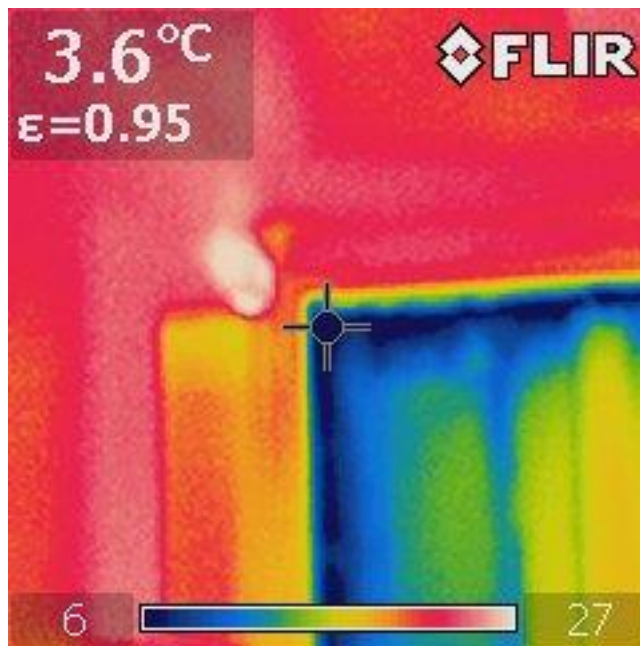
4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Liite 6: 6(20)

Rakennuksen ilmavuodot paikallistuivat pää-asialla ikkunoihin ja kaikkiin oviin sekä muutamiin kohtiin seinien nurkkaliitoksissa.

KUVA 1

Liite 6: 7(20)

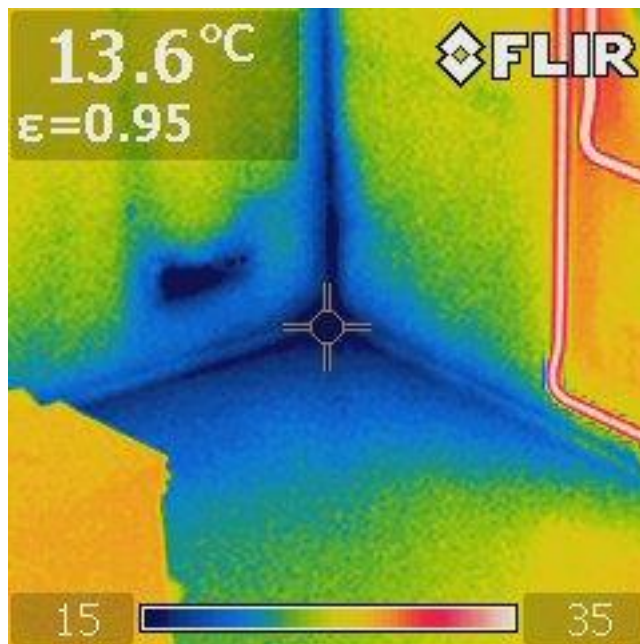


Huone: As 1. tuulikaappi		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	20,8 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	27 °C	Kosteus%	39 %
Pinnan min.lämpötila	6 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	3,6 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 9			
Korjausluokka: 1			

Huom! Oven tiivistys.

KUVA 2

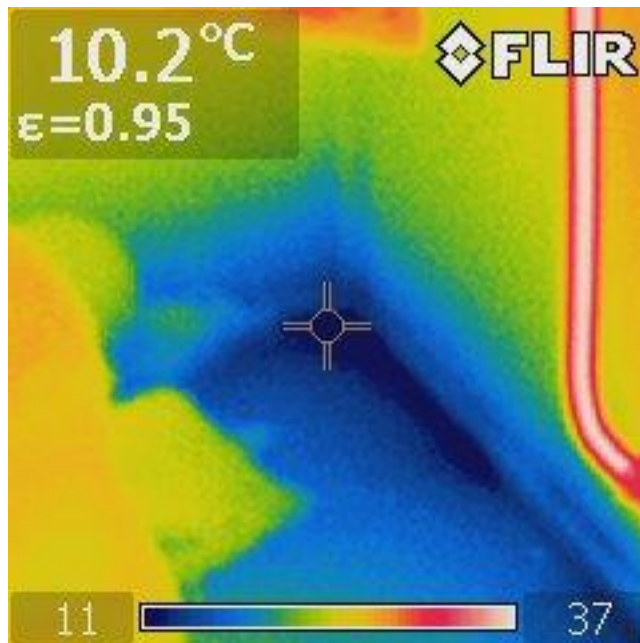
Liite 6: 8(20)



Huone: As 1. alakerran		Emissiivisyys	0,95
MH		Mittaus etäisyys	3 m
Huoneen lämpötila	20,8 °C	Kosteus%	39 %
Pinnan max.lämpötila	- °C		
Pinnan min.lämpötila	15 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	13,6 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 61			
Korjausluokka: 2			

KUVA 3

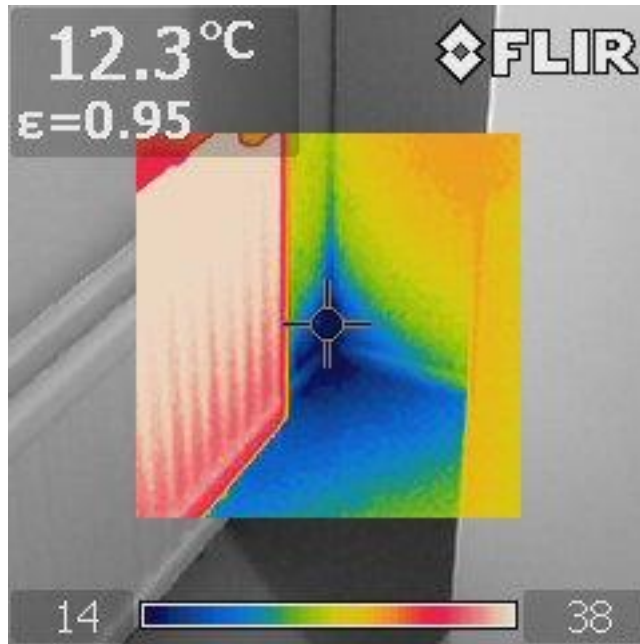
Liite 6: 9(20)



Huone: As 2. alakerran varasto.		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	23,7 °C	Mittaus etäisyys	1m
Pinnan max.lämpötila	- °C	Kosteus%	40 %
Pinnan min.lämpötila	11 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	10,2 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 37			
Korjausluokka: 1			

KUVA 4

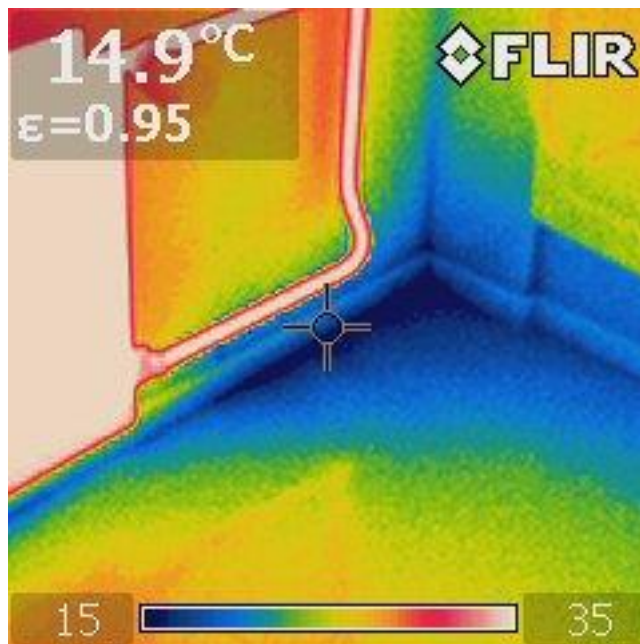
Liite 6: 10(20)



Huone: As 3. keittiö		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	22,4 °C	Mittaus etäisyys	3 m
Pinnan max.lämpötila	- °C	Kosteus%	37%
Pinnan min.lämpötila	14 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	12,3 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 50			
Korjausluokka: 1			

KUVA 5

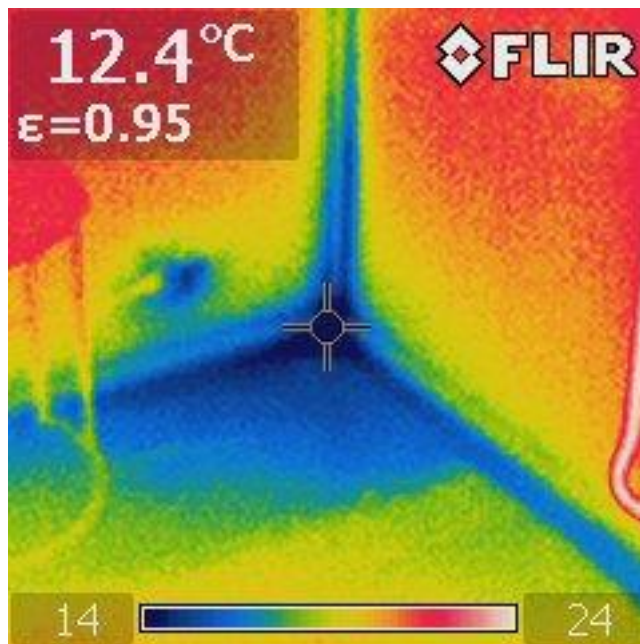
Liite 6: 11(20)



Huone: As 4. keittiö		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	20,8 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	- °C	Kosteus%	39 %
Pinnan min.lämpötila	15 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	14,9°C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 68			
Korjausluokka: 3			

KUVA 6

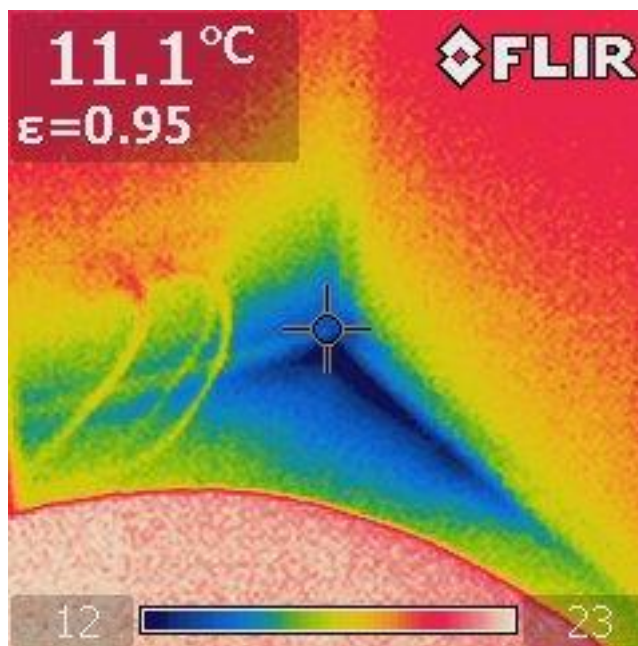
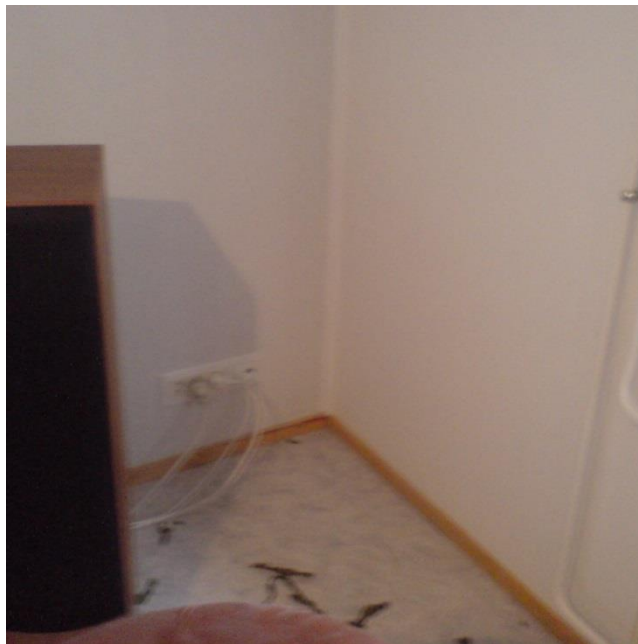
Liite 6: 12(20)



Huone: As 4. MH 1		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	20,8 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	24 °C	Kosteus%	39 %
Pinnan min.lämpötila	14 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	12,4 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 55			
Korjausluokka: 1			

KUVA 7

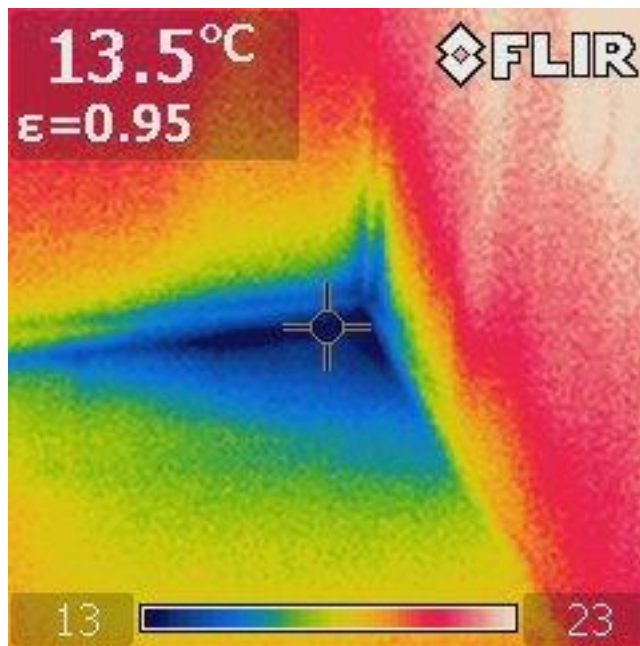
Liite 6: 13(20)



Huone: As 4. Olohuone		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2 m
Huoneen lämpötila	20,8 °C	Kosteus%	39%
Pinnan max.lämpötila	23 °C		
Pinnan min.lämpötila	12 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	11,1 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 48			
Korjausluokka: 1			

KUVA 8

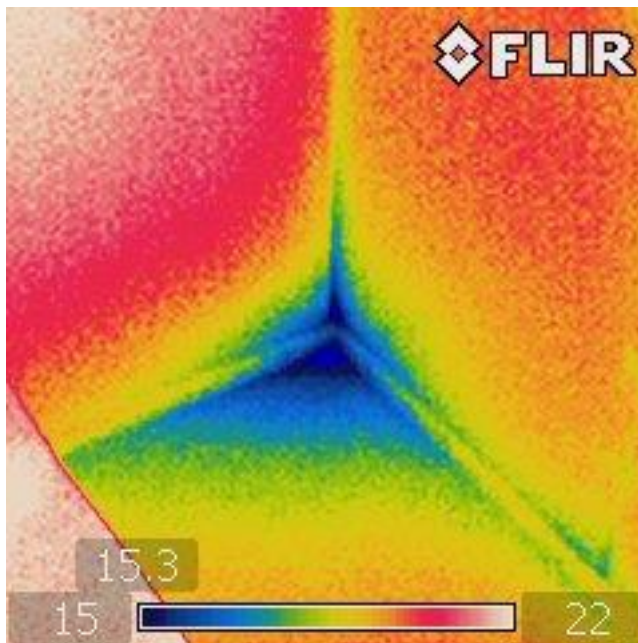
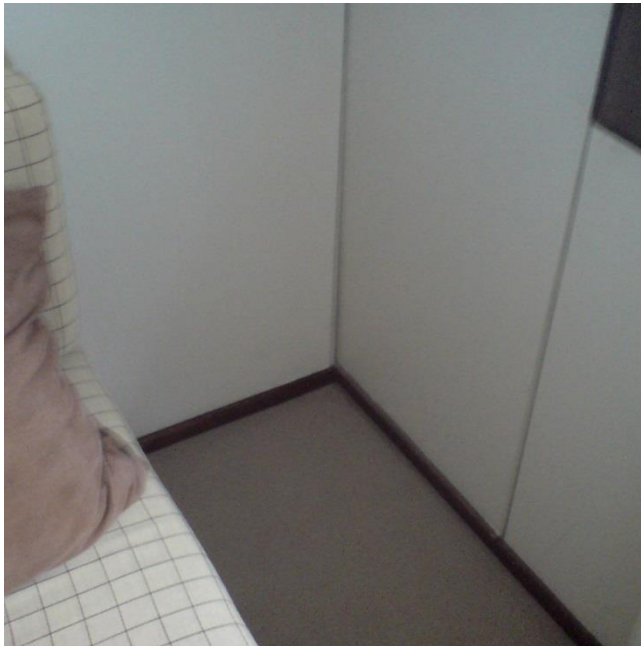
Liite 6: 14(20)



Huone: As 4. olohuone		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	20,8 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	23 °C	Kosteus%	39 %
Pinnan min.lämpötila	13 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	13,5 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 61			
Korjausluokka: 2			

KUVA 9

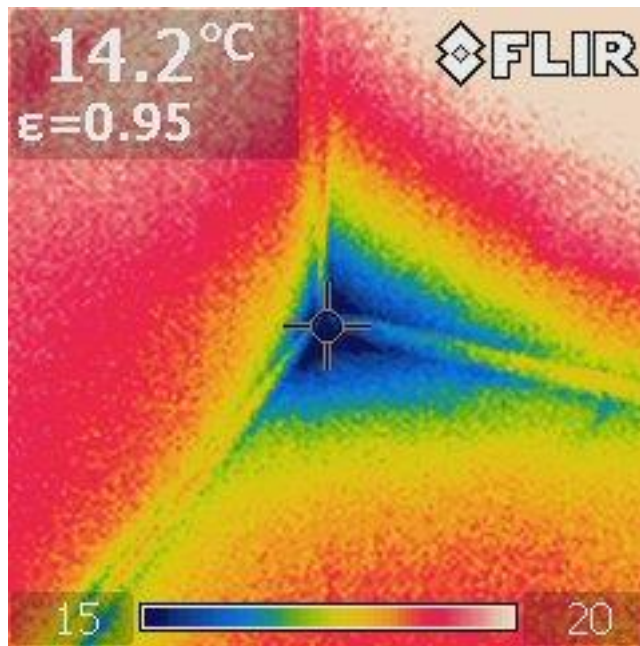
Liite 6: 15(20)



Huone: As 5. olohuone		Emissiivisyys	0,95
		Mittaus etäisyys	2 m
Huoneen lämpötila	21,3 °C	Kosteus%	33,7 %
Pinnan max.lämpötila	22 °C		
Pinnan min.lämpötila	15 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	- °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 67			
Korjausluokka: 3			

KUVA 10

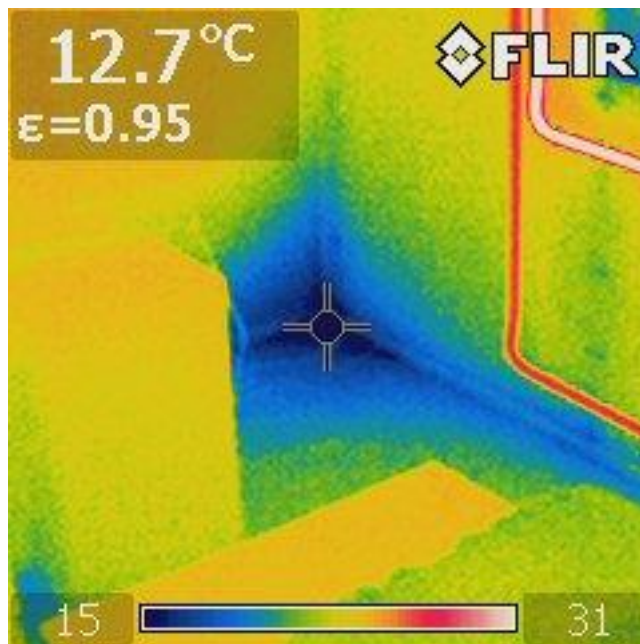
Liite 6: 16(20)



Huone: As 6. MH		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	21,2 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	20 °C	Kosteus%	37 %
Pinnan min.lämpötila	15 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	14,2 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 62			
Korjausluokka: 2			

KUVA 11

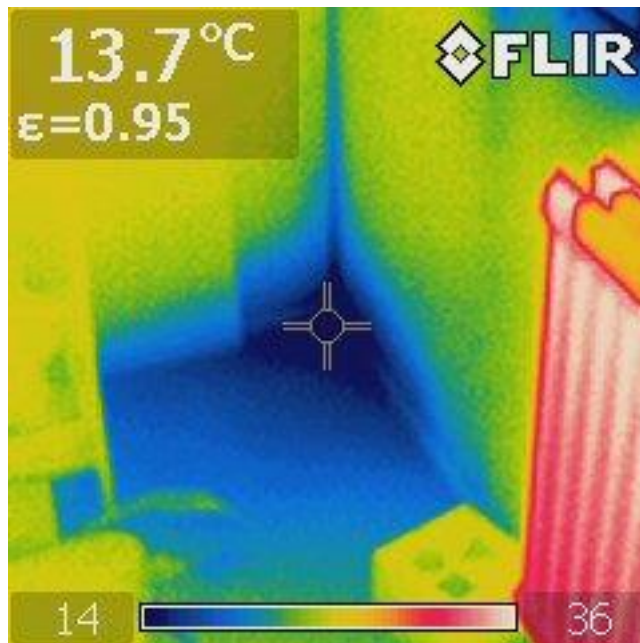
Liite 6: 17(20)



Huone: As 6. OH		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	21,2 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	- °C	Kosteus%	37 %
Pinnan min.lämpötila	15 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	12,7 °C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 55			
Korjausluokka: 1			

KUVA 12

Liite 6: 18(20)

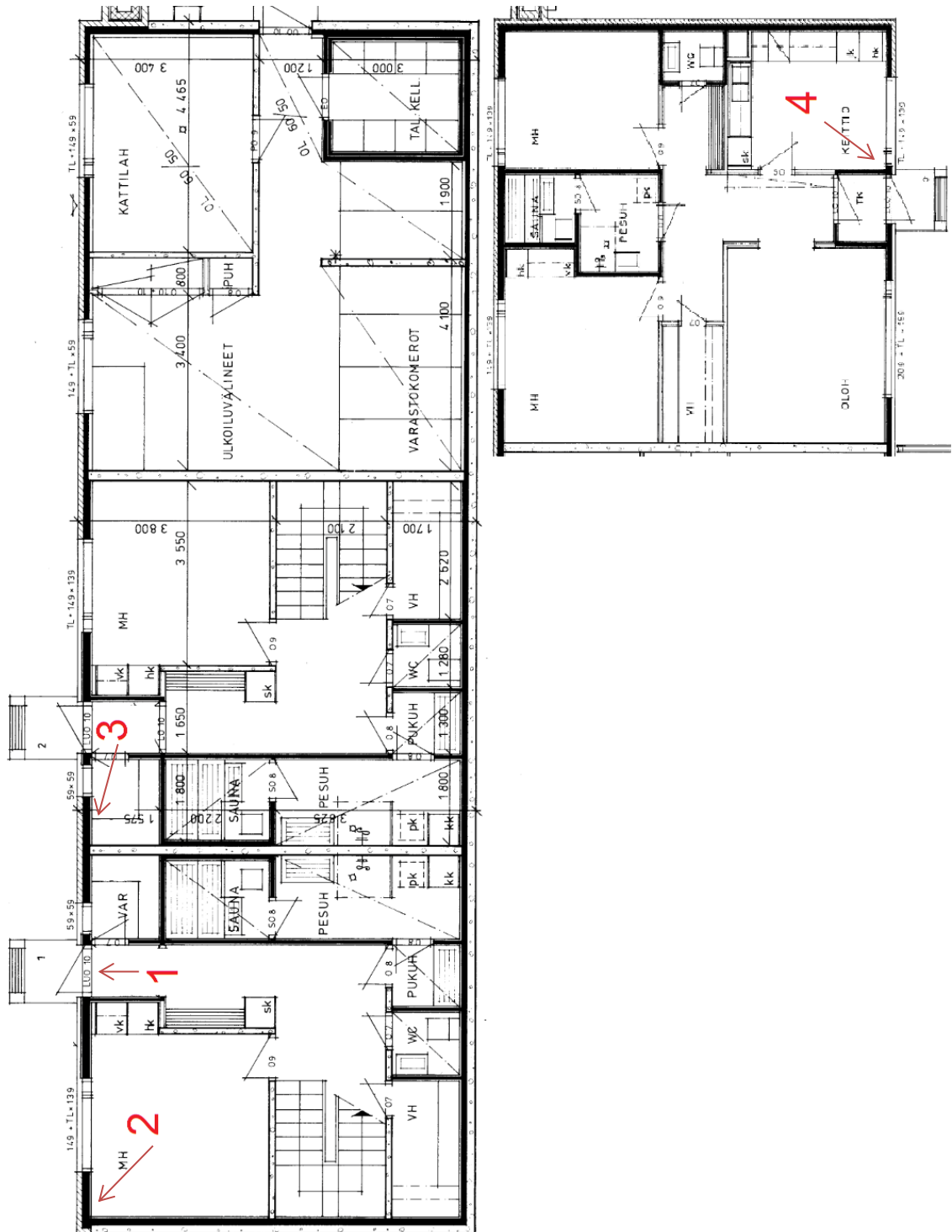


Huone: As 7. OH		Emissiivisyys	0,95
Huoneen lämpötila	21,5 °C	Mittaus etäisyys	2 m
Pinnan max.lämpötila	- °C	Kosteus%	37 %
Pinnan min.lämpötila	14 °C		
Mitatun pisteen lämpötila	13,7°C		
Paine-ero	-5 Pa		
Kohteen lämpötilaindeksi: 60			
Korjausluokka: 1			

LIITTEET

Liite 6: 19(20)

Liite 1. Asunnot 1, 2 ja 3



Liite 2. Asunnot 4-7

Liite 6: 20(20)

